

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-195374
(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.CI. H01J 9/02

(21)Application number : 10-261508 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 16.09.1998 (72)Inventor : MITOME MASANORI
ODA HITOSHI
KISHI FUMIO
YAMANOBE MASATO

(30)Priority

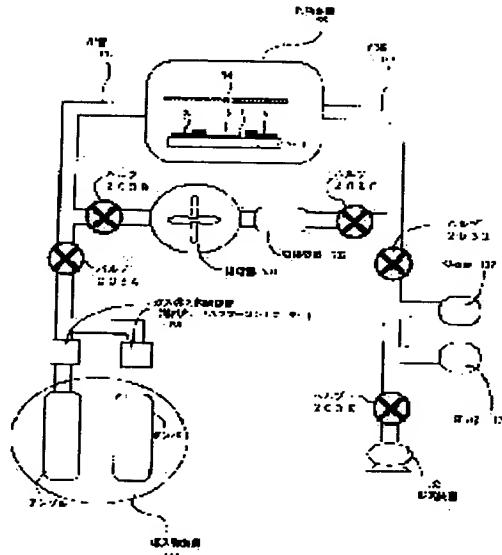
Priority number : 09250594 Priority date : 16.09.1997 Priority country : JP
09250595 16.09.1997 JP
09297105 29.10.1997 JP

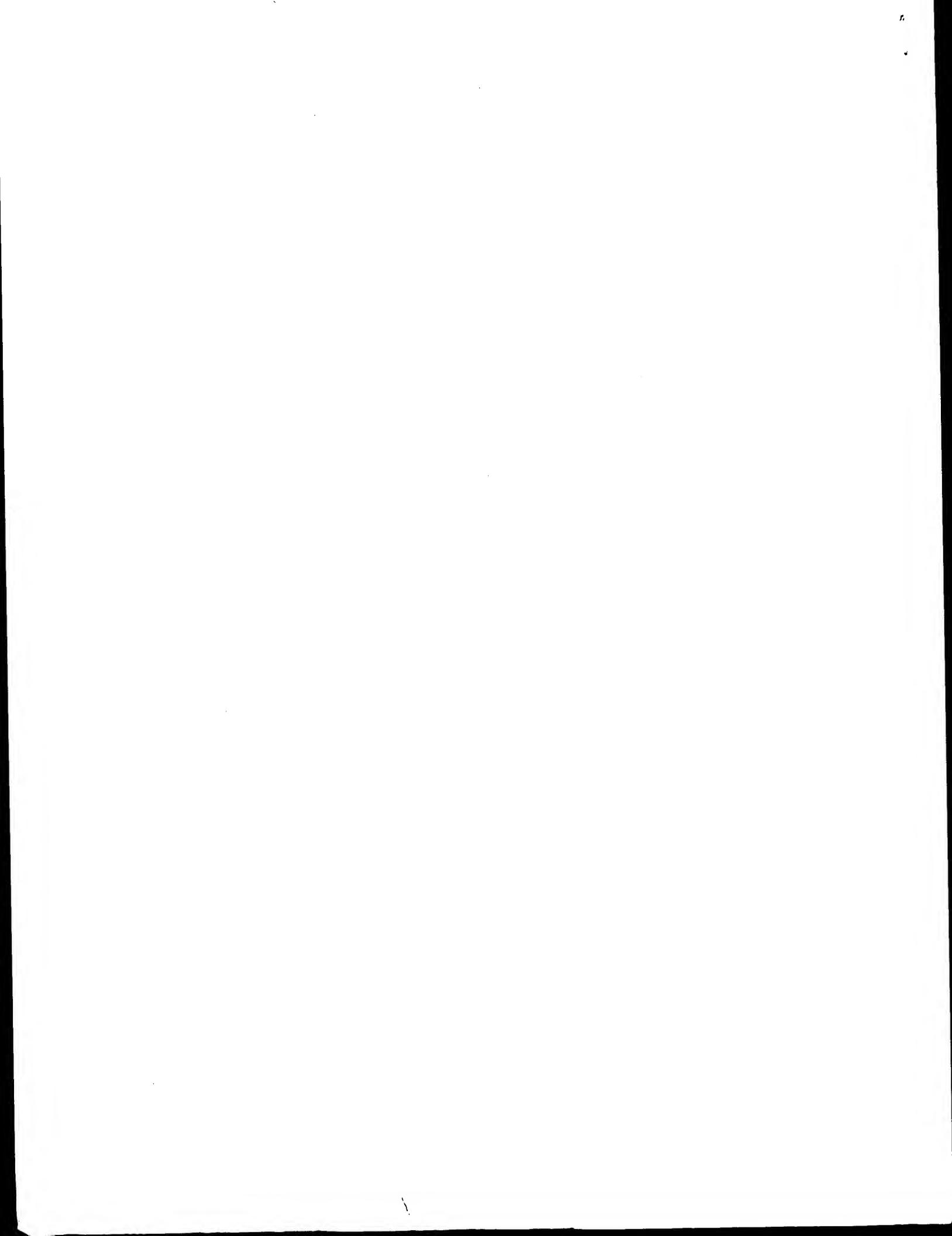
(54) MANUFACTURE OF ELECTRON SOURCE AND MANUFACTURE OF IMAGE FORMING DEVICE AND MANUFACTURING DEVICE OF ELECTRON SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the cost, and to improve characteristics by providing a process to accumulate deposits in an area containing at least an area being the electron emitting part, and accumulating the deposits in a state of having an average free process to put gas in a viscous flow state in a gas atmosphere containing at least a raw material of the deposits.

SOLUTION: A conductive thin film 4 is formed by applying an organic metallic solution by forming element electrodes 2 and 3 by a photolithography technology after cleaning a base board 1. Activating processing is applied to a foaming finished element. An activating process repeatedly impresses pulse voltage on insert gas such as nitrogen or helium in an atmosphere of mixed gas containing gas of an organic substance. Introduction pressure of the mixed gas at this time is set not less than pressure of a degree that a mean free path λ of a gas molecule to constitute the mixed gas becomes sufficiently smaller than a reference dimension of the space inside having an electron emitting element. This is a viscous flow region, and is generally desirably used in a range from 100 Pa to near atmospheric pressure.





[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

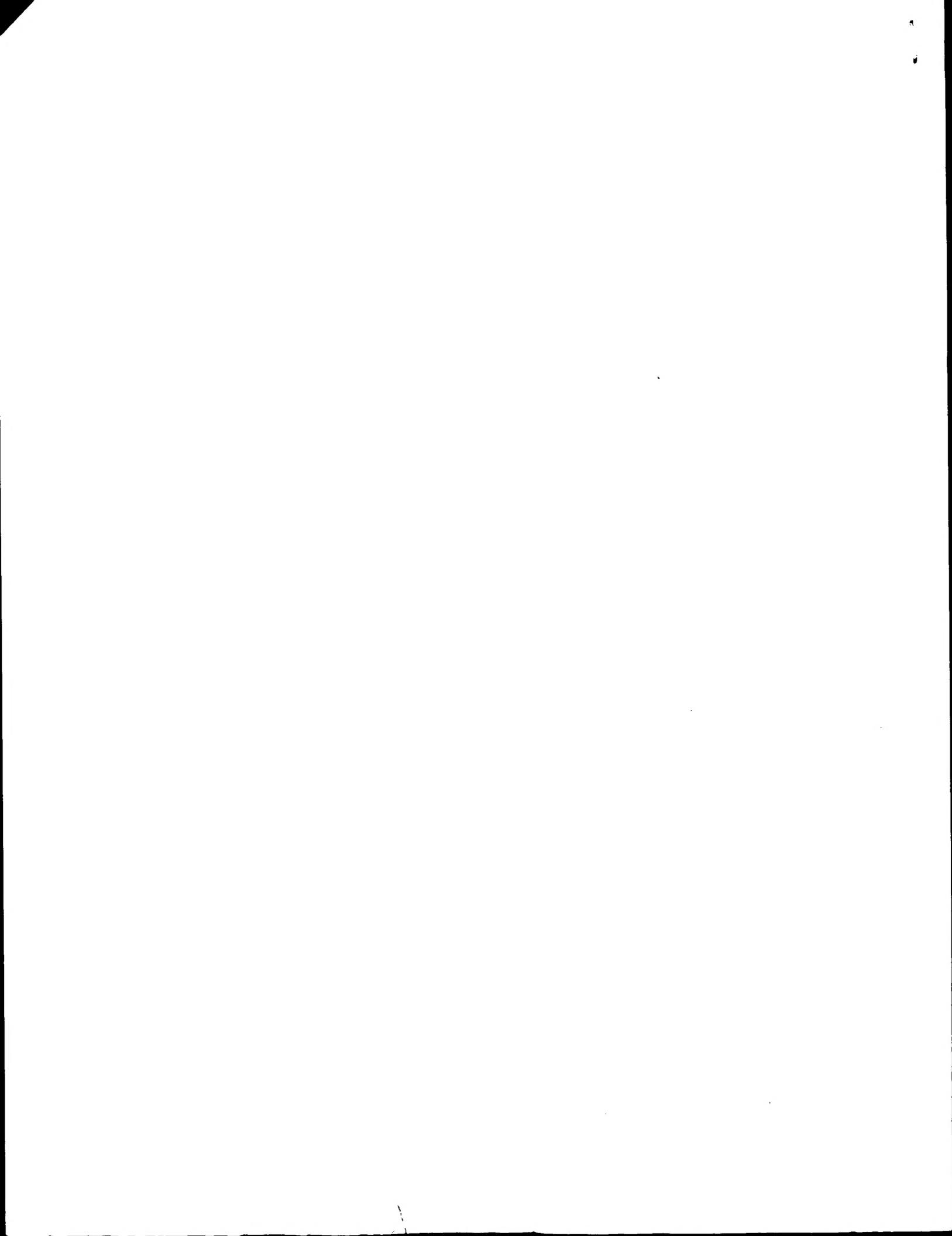
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-195374

(43)公開日 平成11年(1999)7月21日

(51) Int.Cl.⁶

H O I J 9/02

識別記号

F 1

H01J 9/02

E

審査請求 未請求 請求項の数42 O.L (全 34 頁)

(21)出願番号	特願平10-261508
(22)出願日	平成10年(1998)9月16日
(31)優先権主張番号	特願平9-250594
(32)優先日	平9(1997)9月16日
(33)優先権主張国	日本(JP)
(31)優先権主張番号	特願平9-250595
(32)優先日	平9(1997)9月16日
(33)優先権主張国	日本(JP)
(31)優先権主張番号	特願平9-297105
(32)優先日	平9(1997)10月29日
(33)優先権主張国	日本(JP)

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 三留 正則
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 鐘田 仁
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 岸 文夫
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74)代理人 仲理士 山下 鑑平

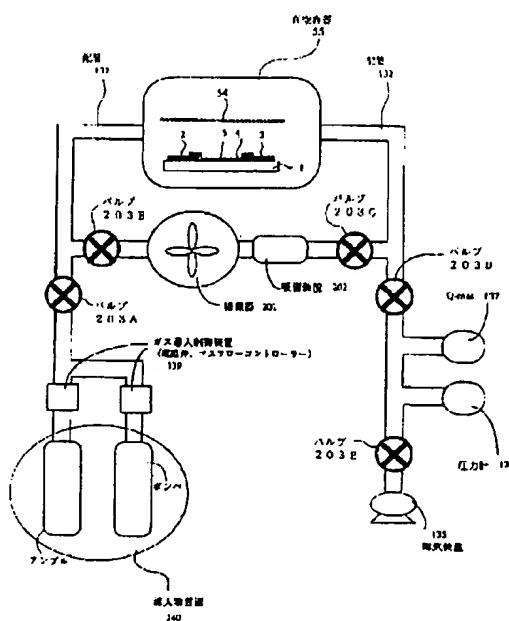
最終頁に統ぐ

(54) 【発明の名称】 電子源の製造方法及び画像形成装置の製造方法及び電子源の製造装置

(57) **【要約】**

【課題】電子放出素子の製造における製造時間の短縮もしくは製造コストの低減を図る

【解決手段】電子放出部に堆積物を堆積させる工程として、電子放出部が設置される空間に、有機物質を含む気体を粘性流領域まで導入して、堆積を行う工程を用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ前記気体が粘性流状態となる平均自由行程を有する状態で行うことを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項2】 前記雰囲気は、圧力が1Pa以上の雰囲気である請求項1に記載の電子源の製造方法。

【請求項3】 電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ該雰囲気の圧力が1Paより大きい状態で行うことを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項4】 前記雰囲気は、圧力が100Pa以上の雰囲気である請求項1乃至3に記載の電子源の製造方法。

【請求項5】 前記雰囲気は、圧力が1000Pa以上の雰囲気である請求項1乃至3に記載の電子源の製造方法。

【請求項6】 前記雰囲気は、圧力が数気圧以下の雰囲気である請求項1乃至5に記載の電子源の製造方法。

【請求項7】 前記雰囲気は、圧力が1.5気圧以下の雰囲気である請求項1乃至5に記載の電子源の製造方法。

【請求項8】 前記雰囲気は、圧力が0.5気圧以下の雰囲気である請求項1乃至5に記載の電子源の製造方法。

【請求項9】 前記雰囲気は、圧力が0.2気圧以下の雰囲気である請求項1乃至5に記載の電子源の製造方法。

【請求項10】 前記雰囲気は、圧力が0.1気圧以下の雰囲気である請求項1乃至5に記載の電子源の製造方法。

【請求項11】 前記雰囲気は、圧力が大気圧程度の雰囲気である請求項1乃至3に記載の電子源の製造方法。

【請求項12】 前記気体は、前記堆積物の材料となる物質を希釈気体で希釈した気体である請求項1乃至11に記載の電子源の製造方法。

【請求項13】 前記希釈気体は、不活性ガスである請求項12に記載の電子源の製造方法。

【請求項14】 前記気体は、前記堆積物の材料となる物質と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む

気体である請求項1乃至11に記載の電子源の製造方法。

【請求項15】 前記気体は、炭素もしくは炭素を含む化合物と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む気体である請求項1乃至11に記載の電子源の製造方法。

【請求項16】 前記堆積工程は、前記雰囲気中で、前記電子を放出する部分となる領域に電圧を印加することによって、前記堆積物を堆積させるものである請求項1乃至15に記載の電子源の製造方法。

【請求項17】 前記電子を放出する部分となる領域は、第1の間隙を挟んで対向する導電性物質の該第1の間隙の近傍部分であり、前記堆積工程によって、該対向する導電性物質に前記堆積物を堆積させ、前記第1の間隙部分よりも狭い第2の間隙を形成する請求項1乃至16に記載の電子源の製造方法。

【請求項18】 前記第1の間隙部分を形成する第1間隙形成工程を有する請求項17に記載の電子源の製造方法。

【請求項19】 前記第1間隙形成工程は、導電性膜の前記第1の間隙を形成する部分に通電することによって前記第1の間隙を形成する工程である請求項18に記載の電子源の製造方法。

【請求項20】 前記第1間隙形成工程と、前記堆積工程とを同程度の圧力下で行う請求項18もしくは19に記載の電子源の製造方法。

【請求項21】 前記第1間隙形成工程と、前記堆積工程とを大気圧程度の圧力下で行う請求項18もしくは19に記載の電子源の製造方法。

【請求項22】 前記堆積工程は、内部を前記雰囲気にできる容器内で行う請求項1乃至21に記載の電子源の製造方法。

【請求項23】 前記堆積工程終了後の工程においては、前記堆積工程で用いた容器とは異なる容器を用いる請求項22に記載の電子源の製造方法。

【請求項24】 前記堆積工程で用いる容器は、前記気体を拡散する拡散手段を有する請求項22もしくは23に記載の電子源の製造方法。

【請求項25】 前記堆積工程は、前記気体を前記容器に導入して行う請求項22乃至24に記載の電子源の製造方法。

【請求項26】 前記堆積工程は、前記気体を前記容器に流しながら行う請求項25に記載の電子源の製造方法。

【請求項27】 前記堆積工程は、前記気体の流入口と流出口を有する容器内で行う請求項22乃至26に記載の電子源の製造方法。

【請求項28】 前記堆積工程において、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入する請求項22乃至27に記載の電子源の製造方法。

【請求項29】 前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から不要物を減らす請求項28に記載の電子源の製造方法

【請求項30】 前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から水分を減らす請求項28に記載の電子源の製造方法

【請求項31】 前記堆積工程の後、前記気体を雰囲気から減少させる工程を有する請求項1乃至30いずれかに記載の電子源の製造方法

【請求項32】 前記電子放出素子は、冷陰極素子である請求項1乃至31いずれかに記載の電子源の製造方法

【請求項33】 前記電子放出素子は、表面伝導型放出素子である請求項1乃至31いずれかに記載の電子源の製造方法

【請求項34】 前記電子放出素子を複数形成する請求項1乃至33いずれかに記載の電子源の製造方法

【請求項35】 電子源と、該電子源から放出される電子により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置の製造方法であって、請求項1乃至34いずれかに記載の製造方法によって製造した電子源と、前記画像形成部材とを一体とする工程を有することを特徴とする画像形成装置の製造方法

【請求項36】 電子放出素子を有する電子源の製造装置であって、内部に気体を導入できる容器と、該容器内に前記電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に堆積する堆積物の原料を少なくとも含む気体を導入する手段とを有しており、該導入する手段は、前記気体が粘性流状態となる状態で導入を行うことを特徴とする電子源の製造装置

【請求項37】 電子放出素子を有する電子源の製造装置であって、内部に気体を導入できる容器と、該容器内に前記電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に堆積する堆積物の原料を少なくとも含む気体を導入する手段とを有しており、該導入する手段は、容器内の導通気が1Paより大きくなるように導入を行うことを特徴とする電子源の製造装置

【請求項38】 前記容器から流出した気体を前記容器に再流入させる循環手段を有する請求項36もしくは37いずれかに記載の電子源の製造装置

【請求項39】 前記容器から流出した気体を前記容器に再流入させる配管を有する請求項36もしくは37いずれかに記載の電子源の製造装置

【請求項40】 前記容器に再流入させる気体の水分を除去する手段を有する請求項38もしくは39に記載の電子源の製造装置

【請求項41】 前記容器は、前記堆積を行った際に、前記被堆積領域を少なくとも含む部材にかぶせる物である

請求項36乃至40いずれかに記載の電子源の製造装置

【請求項42】 前記容器内に、前記被堆積領域を少なくとも含む部材を搬送する搬送手段を有する請求項36乃至40いずれかに記載の電子源の製造装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子を有する電子源の製造方法、画像形成装置の製造方法、及びこれらの製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、電子放出素子としては大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出方(以下、「FE型」という。)や、金属/絶縁層/金属型(以下、「MIM型」という。)や、表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】FE型の例としては、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", *Advances in Electron Physics*, 8, 89 (1956)、あるいはC. A. Spindt, "PHYSICAL Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", *J. Appl. Phys.*, 47, 5248 (1976)等に開示されたものが知られている。

【0004】MIM型の例としては、C. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", *J. Appl. Phys.*, 32, 646 (1961)等に開示されたものが知られている。

【0005】表面伝導型電子放出素子型の例としては、M. I. Elinson, *Recie Eng. Electron Phys.*, 10, 1290 (1965)等に開示されたものがある。

【0006】表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等による SnO_2 薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの

[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$ 薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久他: 真空、第26巻、第1号、22頁(1983)]等が報告されている。

【0007】これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として、前述のM. ハートウェルの素子構成を図1

6に模式的に示す。同図において1は基板、2、3は素子電極である。4は導電性薄膜で、H型形状のバーナーに、スパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。尚、図中の素子電極間隔L1は、0.5~1mm、W1は、0.1mmで設定されている。

【0008】従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜4に、予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部5を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは前記導電性薄膜4両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧例えば1V/分程度を印加通電し、導電性薄膜を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部5を形成することである。

【0009】尚、電子放出部5は、導電性薄膜4の一部に亀裂等が発生しその亀裂等の付近から電子放出が行われる。前記通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、上述の導電性薄膜4に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより、上述の電子放出部5より電子を放出せしめるものである。

【0010】上述の表面伝導型電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を生かせるよういろいろな応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等があげられる。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、後述する様に、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線（共通配線とも呼ぶ）で、それぞれ結線した行を多数行配列した電子源があげられる（例えば、特開昭64-031332号公報、特開平1-283749号公報、特開平2-257552号公報等）。

【0011】また、特に表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置が、CRTに替わって、普及してきたが、自発光型でないため、バックライトを持たなければならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が、望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型電子放出素子を多数配直した電子源と電子源より放出された電子によって、可視光を発光せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置が、挙げられる（例えば、U.S.P. 5,066,883）。

【0012】また、本出願人は、電子放出素子として、典型例として図2に模式的に示す構成を有する表面伝導型電子放出素子およびそれを用いた画像形成装置を提案している。この電子放出素子及び画像形成装置の構成及び製造方法の詳細については、例えば特開平7-23525号公報、特開平7-235275号公報、特開平

8-171849号公報などに記載されている。以下ではその要点を簡単に説明する。

【0013】上記の表面伝導型電子放出素子は、基体1上に対向する一対の素子電極2、3と、該素子電極2、3に接続されその一部に電子放出部5を有する導電性膜1とを有してなる素子である。該電子放出部5は、上記導電性膜4の一部が、破壊・変形ないし変質され、高抵抗となった部分であり、該電子放出部には、導電性膜に亀裂が形成されており、該亀裂付近から電子が放出される。また、電子放出部及びその周辺には、少なくとも炭素を含む堆積膜が形成されている。

【0014】上記導電性膜は、後述する通電による処理（フォーミング工程）で電子放出部を好ましい状態に形成するためには、導電性微粒子により構成されたものであることが好ましい。

【0015】製造プロセスについて、図4を用いて簡単に説明する。

【0016】先ず、基体1上に、印刷、真空蒸着とフォトリソグラフィー技術など、適当な方法により、素子電極2、3を形成する（図4（A））。

【0017】次いで、導電性膜4を形成する。導電性膜の材料を、真空蒸着、スパッタリング等の方法で成膜し、バーナーングしても良いし、導電性膜の原料を含んだ液体を塗布するなどの方法でも良い。

【0018】例えば、金属の有機化合物の溶液を塗布し、これを熱分解して金属、あるいは金属酸化物とする方法が適用できる。このとき適当な条件で処理すれば、微粒子膜とすることができる。

【0019】このとき、導電性膜を形成した後所望の形状にバーナーングしても良いが、特開平9-69334号公報に記載されているように、インクジェット装置などにより、所望の形状に上記原料液体を付与して、熱分解すれば、バーナーングの工程なしに所望の形状の導電性膜が得られる。

【0020】次いで、電子放出部5を形成する。これには、上記素子電極2、3間に電圧を印加し、導電性膜4に電流を流して、導電性膜の一部を変形・変質させる方法（通電フォーミング処理）を適用することができる。このとき印加する電圧は、パルス電圧であることが好ましい。パルス電圧の波形は、図5（A）に示すように、波高値を一定とする方法、図5（B）に示すように、波高値を時間とともに漸増させる方法のいずれも適用できる。また、両方を適当に組み合わせても良い。また、フォーミングのための上記パルスの休止期間中（パルスとパルスの間）に、十分に低い波高値のパルスを挿入して抵抗値を測定し、電子放出部の形成により抵抗値が十分上昇したところで、例えば抵抗値が1MΩを超えたところで、パルスの印加を終了するようにするのが望ましい。

【0021】上記の処理は、通常電子放出素子を真空チ

チャンバー内に設置し、チャンバー内を排気して行う。このとき真空チャンバー内は、排気装置により排気した状態、これに酸化性のガスを導入した状態、還元性のガスを導入した状態などいわゆるの状態とすることも可能であり、導電性膜の材質などの条件に応じて適当な状態を採用する。

【0022】次いで、活性化工程を行う。この処理は、上記の工程（フォーミング工程）で形成された電子放出部付近に、少なくとも炭素を含む堆積物を堆積させ被膜を形成する工程で、これにより放出される電子の量が大幅に増大する。この処理は、通常素子を真空チャンバー内に設置し、小チャンバー内を排気して行い、電子放出素子の一対の素子電極の間にパルス電圧を印加することにより、真空中に低い分圧で存在する有機物質を分解・重合して少なくとも炭素を含む堆積物として堆積させることにより行う。上記の有機物質は、真空チャンバー内を排気した後、適当な物質を導入しても良いし、排気装置として油拡散ポンプなど適当な装置を用い、この装置から真空チャンバーへ拡散する有機物質を用いても良い。

【0023】次いで、好ましくは安定化工程を施す。これは、電子放出素子自体やその周辺、あるいは電子放出素子を動作させる真空容器の壁面に吸着した有機物質の分子を、十分に除去することにより、これ以後電子放出素子を駆動しても更なる少なくとも炭素を含む堆積物が堆積せず、従って電子放出素子の特性が安定するように行う工程である。

【0024】具体的な方法は、例えば、電子放出素子を真空チャンバー内に設置し（上記活性化工程に引き続き行っても良い）、イオンポンプなどのオイルフリーの排気装置を用いて排気を行なながら、電子放出素子及び真空チャンバー全体を加熱する。これは、電子放出素子や真空チャンバー内壁に吸着した有機物質分子などを温度を上げることにより脱離させ、十分に除去するためである。これと同時に、あるいは加熱を終了した後に、排気を続けながら電子放出素子に駆動電圧を与えて電子を放出することにより、さらに効果が上がる場合もある。また、活性化工程で導入する有機物質の種類などの条件によっては、真空チャンバー内を高真空中に電子放出素子を駆動することで、同様の効果が得られる場合もある。それぞれの場合の条件に応じて、適当な方法で該安定化処理を行なう。

【0025】以上のようにして得られた表面伝導型電子放出素子の動作特性の典型例を図13に模式的に示す。図7は、素子に印加する電圧 V_f に対する電子を流れる電流（素子電流） I_f と、電子放出に伴う電流（放出電流） I_e の関係を示す。なお、 I_e の値は I_f に比べ、極めて小さいため、それぞれ任意目盛で示してある。ただし、いずれの目盛もリニアスケールである。図からわかるように、放出電流 I_e は V_f に対し明瞭な閾値（ V_{th} ）を有する非線形特性を示す。 V_f が V_{th} 以下では、

実質的に I_e はゼロであり、 V_f が V_{th} を越えると I_e は急激に上昇する。図7では、 I_f も I_e と同様に、 V_f に対する閾値を持ち、閾値以上の V_f に対し I_f が単調増加する場合（MI特性）を示したが、製造工程や、測定条件によっては、 I_f が電圧制御型負性抵抗を示す場合（VCNR特性）もある。VCNR特性を示す場合は、その $I_f - V_f$ 特性は安定ではなく、この場合にも I_e はMI特性を示すが、やはり安定ではない。この場合、例えば特開平7-235275号公報に開示されているように、安定化工程を施すことにより、安定なMI特性を示す様にすることができる。

【0026】上記のように、 V_f と I_e の間に、明瞭な閾値を有する非線形な対応があるため、基体上にこの電子放出素子を複数配置し、マトリクス状に配線して、所望の電子放出素子のみから電子放出を行わせることができ、単純マトリクス駆動が可能となる。

【0027】上記の電子放出素子により構成された電子源を用いた画像形成装置は、該電子源と、画像形成部材をガラスなどにより構成される真空容器に内包したものである。この電子源の作成も上記の工程と基本的に同様の方法で行なう。ただし、真空チャンバーを用いる代わりに、導電性膜の形成を行なった電子源を、画像形成部材とともに、上記ガラスなどにより構成される真空容器に内包させ、これの内部を排気して、フォーミング、活性化、安定化の各工程を行なうことができる。このようにすると、画像形成装置を製造するための特別の真空チャンバーを用いる必要がなく、簡易な装置により製造することができる。

【0028】一方、このような画像形成装置は、極めて多数の電子放出素子を集積して用いるものであるため、形成されたすべての電子放出素子が正常に動作する電子源を、歩留まり良く製造するのは、高度な技術である。上記のように、電子源を真空容器内に内包させてから各種工程を行なう場合、途中で不良が発生しても、これを修復することはほぼ不可能である。従って、非常に多くの電子放出素子を用いる、大型あるいは高精細度の画像形成装置の製造においては、大型の真空チャンバーを用いて各種工程を行なった後に、電子源と画像形成部材を真空容器に内包させる方が有利な場合もある。

【0029】条件に応じ、上記のいずれかの方法、あるいは途中まで真空チャンバーを用いて工程を行い、その後電子源、画像形成部材を真空容器に内包させて以降の工程を行う、両者の中間の方法を採用することができる。

【0030】なお、図13に模式的に示すようなはしご型に配線した電子源を用い、図14に模式的に示すような画像形成装置を形成することも可能である。この場合は、画像形成部材に到達する電子線の量を変調するためのグリッド電極も有する。

【0031】また、特開平9-330654号公報に

は、有機物質とキャリアガスを混合したガスを用いて表面伝導型放出素子の活性化を行う構成が開示されている。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】本願に関わる発明が解決しようとする課題は、電子源、即ち電子放出素子の製造におけるコスト化、もしくは製造時間の短縮化、もしくは製造される電子放出素子の特性の向上など、電子放出素子の製造に関わる物である。

【0033】

【課題を解決するための手段】本願に関わる電子源の製造方法の一つは以下である。

【0034】電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ前記気体が粘性流状態となる平均自由行程を有する状態で行うことを特徴とする電子源の製造方法。

【0035】また、以下の発明も含む。

【0036】電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ該雰囲気の圧力が1Paより大きい状態で行うことを特徴とする電子源の製造方法。

【0037】以上の各発明において、被堆積領域である電子を放出する部分となる領域は、堆積工程の前に、既に電子を放出する部分となっていてもよい。

【0038】また、前記気体は、前記堆積物の材料となる物質を例えば不活性ガスなどの希釈気体で希釈した気体であってもよい。

【0039】また、前記気体は、前記堆積物の材料となる物質と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む気体であってもよい。

【0040】また、前記気体は、炭素もしくは炭素を含む化合物と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む気体であってもよい。

【0041】また、前記堆積工程は、前記雰囲気中で、前記電子を放出する部分となる領域に電圧を印加することによって、前記堆積物を堆積させるものであってもよい。

【0042】また、前記電子を放出する部分となる領域は、第1の間隙を挟んで対向する導電性物質の該第1の間隙の近傍部分であり、前記堆積工程によって、該対向する導電性物質に前記堆積物を堆積させ、前記第1の間隙部分よりも狭い第2の間隙を形成するようにしてもよい。

【0043】また、更に、上述の発明において、前記第

1の間隙部分を形成する第1間隙形成工程を有するものであってもよい。ここで、前記第1間隙形成工程は、導電性膜の前記第1の間隙を形成する部分に通電することによって前記第1の間隙を形成する工程であってもよい。

【0044】また、前記第1間隙形成工程と、前記堆積工程とを同程度の圧力下で行うものであってもよい。

【0045】また、前記第1間隙形成工程と、前記堆積工程とを大気圧程度の圧力下で行うものであってもよい。

【0046】以上の各発明で述べてきた、第1間隔形成工程は、不活性ガス中で行われる物であったり、酸化性ガスもしくは酸化性ガスを含む混合ガス中で行われる物であったり、還元性ガスもしくは還元性ガスを含む混合ガス中で行われる物であったりする。

【0047】以上述べてきた各発明において、前記堆積工程は、内部を前記雰囲気にできる容器内で行う物であってもよい。

【0048】この容器としては、この電子放出素子を内部に含む製造物、例えは後述する画像形成装置の外囲器を用いてもよく、また、チャンバーなど、電子源や電子源を用いた画像形成装置などの製造物とは異なる製造装置を用いてもよい。その場合、前記堆積工程終了後の工程においては、前記堆積工程で用いた容器とは異なる容器を用いるようにしてもよい。

【0049】また、前記堆積工程で用いる容器は、前記気体を拡散する拡散手段を有するものであってもよい。拡散手段としては、例えはメッシュなどを用いることができる。

【0050】また、前記堆積工程は、前記気体を前記容器に導入して行うものであってもよく、前記気体を前記容器に流しながら行うものであってもよい。気体を容器内に導入したり、流したりする方法としては、プロペラやポンプ等の積極的な導入手段を用いる方法を取ることもできる。

【0051】また、前記堆積工程は、前記気体の流入口と出口を有する容器内で行うものであってもよい。また前記堆積工程において、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入するようにしてもよい。この再流入の手段としては、前記プロペラやポンプなどの積極的な導入手段（循環手段）を用いることができる。また、前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から不要物を減らすようにしてもよい。

【0052】また、前記堆積工程の後、前記気体を雰囲気から減少させる工程を有するものであってもよい。

【0053】また、前記電子放出素子は、冷陰極素子であるとよい。特に、表面伝導型放出素子に好適に適用できる。

【0054】また、本願に関わる発明は、前記電子放出素子を複数形成する場合に特に有効である。

【0059】また、本願は、画像形成装置の製造方法の発明として、以下の発明を含む。

【0056】電子源と、該電子源から放出される電子により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置の製造方法であって、上述の製造方法によって製造した電子源と、前記画像形成部材とを一體とする工程を有することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【0057】また、本願は、電子源の製造装置の発明として以下の発明を含む。

【0058】電子放出素子を有する電子源の製造装置であって、内部に気体を導入できる容器と、該容器内に前記電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に堆積する堆積物の原料を少なくとも含む気体を導入する手段とを有しており、該導入する手段は、前記気体が粘性流状態となる状態で導入を行うことを特徴とする電子源の製造装置。

【0059】また、以下の発明も含む。

【0060】電子放出素子を有する電子源の製造装置であって、内部に気体を導入できる容器と、該容器内に前記電子放出素子において電子を放出する部分となる領域を少なくとも含む領域に堆積する堆積物の原料を少なくとも含む気体を導入する手段とを有しており、該導入する手段は、容器内の雰囲気が1Paより大きくなるように導入を行うことを特徴とする電子源の製造装置。

【0061】これらの発明において、気体の導入手段とは、前記容器に設けた導入孔もしくは流入口であったり、気体もしくは気体の元となる液体などの原料を収容しているポンベなどの気体源であったり、導入のための配管であったりする。

【0062】これらの製造装置において、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入させる循環手段を有するものであったり、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入させる配管を有するものであってもよい。また、前記容器に再流入させる気体の水分を除去する手段を有するものであってもよい。

【0063】また、前記容器は、前記堆積を行う際に、前記堆積領域を少なくとも含む基板などの部材を内包するようにかける物であってもよい。

【0064】また、前記容器内に、前記堆積領域を少なくとも含む部材を搬送する搬送手段を有するものであってもよい。

【0065】

【発明の実施の形態】以下に本願に関わる発明を実施例を挙げて説明していく。

【0066】(実施例1) 最初に本願に関わる発明の実施例について、概略を説明する。

【0067】(製造装置の概略構成) 以下、図面を参照しながら本発明実施例を説明する。図1は、本発明の表面伝導型電子放出素子作製装置の1例を示す模式図である。

【0068】図1において、1は基板、2および3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部、54は素子の電子放出部より放出される放出電流を捕捉するためのアノード電極、55は真空容器、132は配管、135は排気装置、136は圧力計、137は四重極質量分析器、139は導入量制御手段、140は導人物質源、201は循環器、202は吸湿装置、203はバルブである。

【0069】活性化に用いるガスは、導入物質源140から導入量制御手段139を通して、真空容器55へ導入される。

【0070】また、不図示であるが、真空容器55内の素子電極2、3及びアノード電極には、後述する図6に示されるように電源が接続されている。

【0071】活性化工程の際は、循環器と吸湿装置につながるバルブ203B、Cだけが開けられ、他のバルブ203A、Dは閉じられる。これによって、真空容器内の圧力分布を一定に保ったまま、活性化工程を施すことができ、且つ、真空容器内から発生する水分を効率よく取り除くことができる。

【0072】本発明を適用し得る表面伝導型電子放出素子の基本的構成には大別して、平面型及び垂直型の2つがある。

【0073】【平面型電子放出素子】まず、平面型表面伝導型電子放出素子について説明する。

【0074】図2は、本発明を適用可能な平面型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図であり、図2(a)は平面図、図2(b)は断面図である。

【0075】図2において、1は基板、2と3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。

【0076】【基板】基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少したガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成したSiO₂を積層したガラス基板及びアルミニウム等のセラミックス及びSi基板等を用いることができる。

【0077】【素子電極】対向する素子電極2、3の材料としては、一般的な導体材料を用いることができる。これは例えば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Au、RuO₂、Pd-Ag等の金属成は金属性化物とガラス等から構成される印刷導体、In₂O₃-SnO₂等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択することができる。

【0078】素子電極間隔S、素子電極長さW、導電性薄膜4の形状等は、応用される形態等を考慮して設計される。素子電極間隔Sは、好ましくは、数百nmから数百μmの範囲とることができ、より好ましくは、数μmから数十μmの範囲とことができる。

【0079】素子電極長さWは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数μmから数百μmの範囲とするこ

とができる。素子電極2, 3の膜厚dは、数十nmから数μmの範囲とすることができます。

【0080】尚、図2に示した構成だけでなく、基板1上に、導電性薄膜4、対向する素子電極2, 3の順に積層した構成とすることもできる。

【0081】「導電性薄膜」導電性薄膜4には、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。

【0082】その膜厚は、素子電極2, 3へのステップカバレージ、素子電極2, 3間の抵抗値及び後述するフォーミング条件等を考慮して適宜設定されるが、通常は、0.1nmの数倍から数百nmの範囲とするのが好ましく、より好ましくは1nmより50nmの範囲とするのが良い。

【0083】また、その抵抗値は、Rsが10²から10³Ω・□の値である。なおRsは、厚さがt、幅がwで長さが1の薄膜の抵抗Rを、R=Rs(1/w)とおいたときに現れる量である。

【0084】本願明細書において、フォーミング処理については、通電処理を例に挙げて説明するが、フォーミング処理はこれに限られるものではなく、膜に亀裂を生じさせて高抵抗状態を形成する処理を包含するものである。

【0085】導電性薄膜4を構成する材料は、Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pd等の金属、PdO, SnO₂, In₂O₃, PbO, Sb₂O₃等の酸化物、HfB₂, ZrB₂, LaB₆, CeB₆, YB₄, GdB₄等の硼化物、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC等の炭化物、TiN, ZrN, HfN等の窒化物、Si, Ge等の半導体、カーボン等の中から適宜選択される。

【0086】【微粒子】ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、0.1nmの数倍から数百nmの範囲、好ましくは、1nmから20nmの範囲である。

【0087】なお、本明細書では頻繁に「微粒子」という言葉を用いるので、その意味について説明する。

【0088】小さな粒子を「微粒子」と呼び、これよりも小さなものを「超微粒子」と呼ぶ。「超微粒子」よりもさらに小さく原子の数が数百個程度以下のものを「クラスター」と呼ぶことは広く行われている。

【0089】いかしながら、それぞれの境は厳密なものではなく、どの様な性質に注目して分類するかにより変化する。また「微粒子」と「超微粒子」を一括して「微粒子」と呼ぶ場合もあり、本明細書中の記述はこれに

沿ったものである。

【0090】「実験物理学講座1-4 表面・微粒子」（木下是雄 編、共立出版 1986年9月1日発行）では次のように記述されている。

【0091】「本稿で微粒子と言うときにはその直径がだいたい2~3μm程度から10nm程度までとし、特に超微粒子というときは粒径が10nm程度から2~3nm程度までを意味することにする。両者を一括して単に微粒子と書くこともあってけっして厳密なものではなく、だいたいの目安である。粒子を構成する原子の数が2個から数十~数百個程度の場合はクラスターと呼ぶ。」（195ページ 22~26行目）付言すると、新技術開発事業団の「林・超微粒子プロジェクト」での「超微粒子」の定義は、粒径の下限はさらに小さく、次のようなものであった。

【0092】「創造科学技術推進制度の“超微粒子プロジェクト”（1981~1986）では、粒子の大きさ（径）がおよそ1~100nmの範囲のものを“超微粒子”（ultra fine particle）と呼ぶことにした。すると1個の超微粒子はおよそ100~10⁸個くらいの原子の集合体という事になる。原子の尺度でみれば超微粒子は大~巨大粒子である。」（「超微粒子-創造科学技術-」林主税、上田良二、田崎明編；三田出版 1988年 2ページ1~4行目）「超微粒子よりさらに小さいもの、すなわち原子が数個~数百個で構成される1個の粒子は、ふつうクラスターと呼ばれる」（同書2ページ12~13行目）。

【0093】上記のような一般的な呼び方をふまえて、本明細書において「微粒子」とは多数の原子・分子の集合体で、粒径の下限は0.1nmの数倍から1nm程度、上限は数μm程度のものを指すこととする。

【0094】【電子放出部】電子放出部5は、導電性薄膜4の一部に形成された高抵抗の亀裂等により構成され、導電性薄膜4の膜厚、膜質、材料及び後述する通電、フォーミング等の手法等に依存したものとなる。電子放出部5の内部には、0.1nmの数倍から数十nmの範囲の粒径の導電性微粒子が存在する場合もある。この導電性微粒子は、導電性薄膜4を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。活性化工程を経て、電子放出部5には、炭素ないし炭素化合物あるいは両者の混合物よりなる堆積物を有する。また、この堆積物は、電子放出部5の近傍の導電性薄膜4の上にも存在する場合もある。

【0095】【垂直型表面伝導型電子放出素子】次に、垂直型表面伝導型電子放出素子について説明する。

【0096】図3は、本発明の表面伝導型電子放出素子を適用できる垂直型表面伝導型電子放出素子の一例を示す模式図である。

【0097】図3においては、図2に示した部位と同じ部位には図2に付した符号と同一の符号を付している。

21は、段差形成部である。基板1、素子電極2及び3、導電性薄膜4、電子放出部5は、前述した平面型表面伝導型電子放出素子の場合と同様の材料で構成することができる。段差形成部21は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO₂等の絶縁性材料で構成することができる。段差形成部21の膜厚は、先に述べた平面型表面伝導型電子放出素子の素子電極間隔に対応し、数百nmから数十nmの範囲とすることができる。この膜厚は、段差形成部の製法、及び、素子電極間に印加する電圧を考慮して設定されるが、数十nmから数nmの範囲が好ましい。

【0098】導電性薄膜4は、素子電極2及び3と段差形成部21作成後に、該素子電極2、3の上に積層される。電子放出部5は、図3においては、段差形成部21に形成されているが、作成条件、フォーミング条件等に依存し、形状、位置ともこれに限られるものではない。

【0099】「表面伝導型電子放出素子の製造方法」上述の表面伝導型電子放出素子の製造方法としては様々な方法があるが、その一例を図4に模式的に示す。

【0100】以下、図2及び図4を参考しながら製造方法の一例について説明する。図4においても、図2に示した部位と同じ部位には図2に付した符号と同一の符号を付している。

【0101】1) 基板1を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄し、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばファトリソグラフィー技術を用いて基板1上に素子電極2、3を形成する(図4(a))。

【0102】2) 素子電極2、3を設けた基板1に、有機金属溶液を塗布して、有機金属薄膜を形成する。有機金属溶液には、前述の導電性膜4の材料の金属を主元素とする有機金属化合物の溶液を用いることができる。有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりバターニングし、導電性薄膜4を形成する(図4(b))。ここでは、有機金属溶液の塗布法を挙げて説明したが、導電性薄膜4の形成法はこれに限られるものではなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピニング法等を用いることもできる。また上記の有機金属化合物の溶液をインクジェット装置により所望の位置に液滴として付与する方法を用いることもできる。この場合はリフトオフやエッチングによるバターニング工程は不要となる。

【0103】3) フォーミング工程】つづいて、フォーミング工程を施す。このフォーミング工程の方法の一例として通電処理による方法を説明する。素子電極2、3間に、不図示の電源を用いて、通電を行うと、導電性薄膜4の部位に、構造の変化した電子放出部5が形成される(図4(c))。通電フォーミングによれば導電性薄膜4に局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造の変化した部位が形成される。該部位が電子放出部5を

構成する。

【0104】通電フォーミングの電圧波形の例を図5に示す。電圧波形は、パルス波形が好ましい。これにはパルス波高値を定電圧としたパルスを連続的に印加する図5(a)に示した手法とパルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する図5(b)に示した手法がある。

【0105】図5(a)におけるT1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔である。通常T1は1μsec. ~ 10μsec.、T2は10μsec. ~ 数100μsec.の範囲で設定される。三角波の波高値(通電フォーミング時のピーク電圧)は、表面伝導型電子放出素子形態に応じて適宜選択される。このような条件のもと、例えば、数秒から數十分間電圧を印加する。パルス波形は三角波に限定されるものではなく、矩形波など所望の波形を採用することができる。

【0106】図5(b)におけるT1及びT2は、図5(a)に示したのと同様とすることができます。三角波の波高値(通電フォーミング時のピーク電圧)は、例えば0.1Vステップ程度づつ、増加させることができます。

【0107】通電フォーミング処理の終了は、パルス間隔T2中に、導電性薄膜2を局所的に破壊、変形しない程度の電圧を印加し、電流を測定して検知することができます。例えば0.1V程度の電圧印加により流れれる素子電流を測定し、抵抗値を求めて、1MΩ以上の抵抗を示した時、通電フォーミングを終了させる。

【0108】なお、フォーミング工程の方法としては、上記の方法以外でも、電子放出部が適切に形成される方法であれば採用することができる。

【0109】4)【活性化工程】フォーミングを終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施す。活性化工程とは、この工程により、素子電流If、放出電流Ieが、著しく変化する工程である。

【0110】図1に、この活性化工程に用いる装置の一例を示した。

【0111】本実施例における活性化工程は、窒素もしくはヘリウムなどの不活性ガスに有機物質のガスを含んだ混合ガスの雰囲気下で、通電フォーミングと同様に、パルス電圧の印加を繰り返すことで行うことができる。

【0112】「粘性流領域の導入圧力とは」このときの混合ガスの導入圧力は、混合ガスを構成する気体分子の平均自由行程が、電子放出素子が設置された空間内部の代表的寸法(例えば、真空容器の内径もしくは、後述する画像形成装置における基板とフェースプレートとの距離)に比べて、十分小さくなる程度の圧力以上とする。これは、いわゆる粘性流領域であり、具体的には、構成ガスが窒素で代表的寸法が5mmのとき、約1Pa程度以上であるが、粘性流領域として扱えれば、この限りではない。一般には、100Paから大気圧程度の範囲で用いるのが好ましい。

【0113】[大気圧程度の圧力とは] なお、ここで「大気圧程度」の圧力とは、処理装置内の雰囲気を維持するために、処理装置に特別厳しい機密性や、機械的強度を要求しない範囲の圧力であり、0.5気圧程度から1.5気圧程度、好ましくは1気圧±20%程度の圧力を意味する。

【0114】[大気圧程度の圧力下で行う技術的な意味] 以下、活性化工程を大気圧程度の圧力下で行う技術的な意味について説明する。活性化工程は、電子衝突あるいはジュール熱により、有機物質の重合、分解を生じさせ、堆積物を生成する一種のCVD法（化学的気相成長法）と考えられる。一般的なCVD法（化学気相成長法）には、常圧CVD法、減圧CVD法がある。常圧CVD法はソースガスを容器内にいれて、常圧下で熱分解等を行い堆積膜を形成するものであり、減圧CVD法は容器内を真空状態とした後、ソースガスを入れて、減圧下で熱分解等を行い堆積膜を形成するものである。

【0115】以下、常圧CVD法と減圧CVD法の欠点及び利点について説明する。

【0116】まず、常圧CVD法の欠点は、

- 1) ソースガス過剰に陥り、作られたものが高分子状(Cを含む場合)となる場合がある；
- 2) 希釈ガスの選択によっては、希釈ガスが堆積物に含まれる。例えば、N₂を希釈ガスにしたとき、Nが堆積物に含まれる；
- 3) 堆積膜の分布が生じやすい。これはガスの消耗によって、ガスの導入口からガスの出口に渡って分布を生ずるからである；

これが挙げられる。

【0117】一方、常圧CVD法の利点は、堆積レートが大きい点が挙げられる。

【0118】また、減圧CVD法の欠点は、

- 1) 堆積レートが小さい；
- 2) 希釈ガスの選択によっては、希釈ガスが堆積物に含まれる。例えば、N₂を希釈ガスにしたとき、Nが堆積物に含まれる；

これが挙げられる。

【0119】一方、減圧CVD法の利点は、ソースガス過剰ではなく、作られたものが高分子状(Cを含む場合)を作るケースは少ない点が挙げられる。

【0120】このように、常圧CVD法と減圧CVD法には一長一短がある。

【0121】しかししながら、本発明者らは、上記の活性化工程を常圧において行った場合にも上述した一般的な常圧CVD法の欠点が生じないことを見出した。

【0122】活性化工程において、常圧において行っても上述した常圧CVD法の欠点が生じない理由は次のように考えることができる。

- 1) 高分子を作りにくい。これは、活性化工程における堆積近傍における温度が高いために、活性化物質は高

分子にならず熱分解し、グラファイト等の生成が起るからである。

2) 堆積膜の分布が小さい。これは、一般の常圧CVD法では導入ガスをフィラメント等で分解した前駆体(precursor)が堆積されるが、活性化工程においては、電子放出部の亀裂に吸着した分子のみ分解し、グラファイト等を形成するので導入量の消耗が少なく、堆積膜の分布が小さいからである。

3) 希釈ガスを含みにくい。これは、上記1)の理由と同様で、グラファイト等が生成し、希釈ガスは含みにくいからである。

【0123】なお、活性化工程において、常圧で行った場合、減圧で行った場合と比べ堆積レートは大きい。これは、吸着量が導入ガス圧等により決まるために、活性化工程において、グラファイト等を形成する速度が増加するためである。

【0124】活性化工程を、上記のように大気圧程度の圧力のもとで行うことにより、真空装置を用いる場合に比べ、装置が簡易になったことはもちろん、真空装置内を排気するのに必要な時間を省略することができ、製造に必要な時間を短縮することができる。

【0125】[循環器、吸湿装置] さらに、この活性化工程において、容器外部に設けた循環器201を用いて封入した混合ガスを容器全体に満遍なく行き渡らせる。さらに、この循環器の吸気側もしくは排気側に吸湿装置202を設けておき、容器内部から発生する水分を効率よく除去する。

【0126】この際に用いる循環器は、扇風機状のプロペラ、ルーツポンプやメンブランポンプなどの機械式ポンプなどを用いることができる。また、吸湿装置としては、シリカゲル、モレキュラーシーブなどの乾燥材、P₂O₅などの潮解性の物質、氷点下に冷却されたトラップなどを用いることができる。

【0127】また、混合される有機物質の混合分圧は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため、適宜設定される。一般には、全導入圧力の1/10³から1/10⁴程度の混合比で用いるのが好ましい。

【0128】[原料ガス] 混合する適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来、具体的には、メタン、エタン、プロパンなどC_nH_{2n+2}で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなどC_nH_{2n}等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトシン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等あるいはこれらの混合物が使用できる。

【0129】この活性化処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素あるいは炭素化合物が電子上に堆積し、素子電流 I_f 、放出電流 I_e が、著しく変化するようになる。

【0130】活性化工程の終了判定は、素子電流 I_f と放出電流 I_e を測定しながら、適宜行う。なおパルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0131】「構成元素として炭素を含む堆積物」構成元素として少なくとも炭素を含む堆積物とは、例えばグラファイト（いわゆる HOPG, PG, GC を含む）¹。HOPG は完全なグラファイトの結晶構造、PG は結晶粒が 200 Å 程度で結晶構造がやや乱れたもの、GC は結晶粒が 20 Å 程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなつたものを指す。）、非晶質カーボン（アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す。）すなわち、炭素からなる堆積物、炭素化合物からなる堆積物、あるいは炭素と炭素化合物の混合物からなる堆積物である。

【0132】また、その膜厚は、50 nm 以下の範囲とするのが好ましく、30 nm 以下の範囲とすることがより好ましい。

【0133】5) 【安定化工程】 このような工程を経て得られた電子放出素子は、安定化工程を行うことが好ましい。この工程は、真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが電子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソーブショットポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることが出来る。

【0134】真空容器内の有機成分の分圧は、上記の炭素及び炭素化合物がほぼ新たに堆積しない分圧で $1 \cdot 3 \times 10^{-6}$ Pa 以下が好ましく、さらには、 $1 \cdot 3 \times 10^{-7}$ Pa 以下が特に好ましい。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくなるのが好ましい。このときの加熱条件は、80~250°C、好ましくは 150°C 以上で、できるだけ長時間処理するのが望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。真空容器内の圧力は極力低くすることが必要で、 $1 \cdot 3 \times 10^{-6}$ Pa 以下が好ましく、さらに $1 \cdot 3 \times 10^{-7}$ Pa 以下が特に好ましい。

【0135】安定化工程を行った後の、駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分安定な特性を維持することが出来る。

【0136】このような真空雰囲気を採用することによ

り、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、また真空容器や基板などに吸着した H_2O , O_2 なども除去でき、結果として素子電流 I_f 、放出電流 I_e が、安定する。

【0137】【電子放出素子の基本特性】 上述した工程を経て得られた本発明を適用可能な電子放出素子の基本特性について図6、図7を参照しながら説明する。

【0138】図6は、真空処理装置の一例を示す模式図であり、この真空処理装置は測定評価装置としての機能をも兼ね備えている。図6においても、図2に示した部位と同じ部位には図2に付した符号と同一の符号を付している。図6において、55は真空容器であり、56は排気ポンプである。真空容器55内には電子放出素子が配されている。即ち、1は電子放出素子を構成する基板であり、2及び3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。51は、電子放出素子に素子電圧 V_f を印加するための電源、50は素子電極2、3間の導電性薄膜4を流れる素子電流 I_f を測定するための電流計、54は素子の電子放出部より放出される放出電流 I_e を捕捉するためのアノード電極である。53はアノード電極54に電圧を印加するための高圧電源、52は素子の電子放出部5より放出される放出電流 I_e を測定するための電流計である。一例として、アノード電極の電圧を 1 kV~10 kV の範囲とし、アノード電極と電子放出素子との距離 H を 2 mm~8 mm の範囲として測定を行うことができる。

【0139】真空容器55内には、不図示の真空計等の真空雰囲気下での測定に必要な機器が設けられていて、所望の真空雰囲気下での測定評価を行えるようになっている。排気ポンプ56は、ターボポンプ、ロータリーポンプからなる通常の高真空装置系と、更に、イオンポンプ等からなる超高真空装置系により構成されている。ここに示した電子源基板を配した真空処理装置の全体は、不図示のヒーターにより加熱できる。従って、この真空処理装置を用いると、前述の通電フォーミング以降の工程も行うことができる。

【0140】図7は、図6に示した真空処理装置を用いて測定された放出電流 I_e 、素子電流 I_f と素子電圧 V_f の関係を模式的に示した図である。図7においては、放出電流 I_e が素子電流 I_f に比べて著しく小さいので、任意単位で示している。なお、縦・横軸ともリニアスケールである。

【0141】図7からも明らかなように、本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子は、放出電流 I_e に関して対する三つの特徴的性質を有する。

【0142】即ち、

(1) 本素子は、ある電圧（しきい値電圧と呼ぶ、図7中の V_{th} ）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流 I_e が増加し、一方しきい値電圧 V_{th} 以下では放出電流 I_e がほとんど検出されない。つまり、放出電流 I_e に

に対する明確なしきい値電圧 V_{th} を持った非線形素子である。

【0143】(ii) 放出電流 I_e が素子電圧 V_f に単調増加依存するため、放出電流 I_e は素子電圧 V_f で制御できる。

【0144】(iii) アノード電極 54 に捕捉される放出電荷は、素子電圧 V_f を印加する時間に依存する。つまり、アノード電極 54 に捕捉される電荷量は、素子電圧 V_f を印加する時間により制御できる。

【0145】以上の説明より理解されるように、本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子は、人力信号に応じて、電子放出特性を容易に制御できることになる。この性質を利用すると複数の電子放出素子を配して構成した電子源、画像形成装置等、多方面への応用が可能となる。

【0146】図7においては、素子電流 I_f が素子電圧 V_f に対して単調増加する（以下、「M1特性」という。）例を実線に示した。素子電流 I_f が素子電圧 V_f に対して電圧制御型負性抵抗特性（以下、「VCNR特性」という。）を示す場合もある（不図示）。この場合上記安定化工程を行うことによりM1特性に変化させることができる。これら特性は、前述の工程を制御することで制御できる。

【0147】電子源及び画像形成装置】本発明を適用可能な電子放出素子の応用例について以下に述べる。本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の複数個を基板上に配列し、例えば電子源あるいは、画像形成装置が構成できる。

【0148】電子放出素子の配列については、種々のものが採用できる。

【0149】一例として、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）で、該電子放出素子の上方に配した制御電極（クリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置のものがある。

【0150】また、これとは別に、電子放出素子をX方向及びY方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、X方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y方向の配線に共通に接続するものが挙げられる。このようなものは所謂単純マトリクス配置である。まず単純マトリクス配置について以下に詳述する。

【0151】[単純マトリクス配置の電子源】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子については、前述したとおり（i）ないし（iii）の特性がある。即ち、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と幅で制御できる。一方、しきい値電圧以下では、殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子

放出素子を配置した場合においても、個々の素子に、パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、表面伝導型電子放出素子を選択して電子放出量を制御できる。

【0152】以下この原理に基づき、本発明を適用可能な電子放出素子を複数配して得られる電子源基板について、図8を用いて説明する。図8において、71は電子源基板、72はX方向配線、73はY方向配線である。74は表面伝導型電子放出素子、75は結線である。尚、表面伝導型電子放出素子74は、前述した平面型あるいは垂直型のどちらであってもよい。

【0153】m本のX方向配線72は、 $D_x 1, D_x 2, \dots, D_x m$ からなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。Y方向配線73は、 $D_y 1, D_y 2, \dots, D_y n$ のn本の配線よりなり、X方向配線72と同様に形成される。これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電気的に分離している（m, nは、共に正の整数）。

【0154】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された SiO_2 等で構成される。例えば、X方向配線72を形成した基板71の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、X方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が、適宜設定される。X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0155】表面伝導型放出素子74を構成する一对の電極（不図示）は、m本のX方向配線72とn本のY方向配線73と導電性金属等からなる結線75によって電気的に接続されている。

【0156】配線72と配線73を構成する材料、結線75を構成する材料及び一对の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれそれ異なってもよい。これら材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。

【0157】X方向配線72には、X方向に配列した表面伝導型放出素子74の行を、選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線73には、Y方向に配列した表面伝導型放出素子74の各列を人力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【0158】上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

【0159】[単純マトリクス配置の電子源を用いた画像形成装置]このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図9と図10及び図11を用いて説明する。図9は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図であり、図10は、図9の画像形成装置に使用される蛍光膜の模式図である。図11は、NTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【0160】図9において、71は電子放出素子を複数配した電子源基板、81は電子源基板71を固定したりアプレート、86はガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレートである。82は、支持枠であり該支持枠82には、リアプレート81、フェースプレート86が低融点のフリットガラスなどを用いて、接合される。

【0161】74は、図2における電子放出部に相当する。72、73は、表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたX方向配線及びY方向配線である。

【0162】外開器88は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成される。リアプレート81は主に基板71の強度を補強する目的で設けられるため、基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要とすることができる。即ち、基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82及び基板71で外開器88を構成しても良い。一方、フェースプレート86、リアプレート81間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外開器88を構成することもできる。

【0163】図10は、蛍光膜を示す模式図である。蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とから構成することができる。ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することにある。ブラックストライプの材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料の他、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

【0164】ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法は、モノクローム、カラーによらず、沈澱法、印刷法等が採用できる。蛍光膜84の内面側には、通常メタルバック85が設けられる。メタルバックを設ける目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射させることにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作

用させること、外開器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等である。メタルバックは、蛍光膜製作後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後A1を真空蒸着等を用いて堆積させることで作製できる。

【0165】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0166】前述の封着を行う際には、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせを行う。

【0167】[画像形成装置の製造方法]図9に示した画像形成装置の製造方法の一例を以下に説明する。

【0168】図12はこの工程に用いる装置の概要を示す模式図である。画像形成装置131は、2本の配管132が取り付けられており、一方は、排気装置135に連結され、一方は、導入物質源140に連結されており、導入物質がアンプルやポンベなどに入れて貯蔵されている。また、2本の配管は循環器201および吸湿装置202を通して連結されている。画像形成装置131と導入物質源140を結ぶ配管には、導入物質を導入するレートを制御するための導入量制御手段139が設けられている。該導入量制御手段としては具体的には、スローリークバルブなど逃す流量を制御可能なバルブや、マスフローコントローラーなどが、導入物質の種類に応じて、それぞれ使用が可能である。なお、画像形成装置131には、不図示の電源が接続されている。

【0169】[フォーミング工程]図12の装置により画像形成装置131の内部を排気し、フォーミングを行う。この際、例えば図15に示すように、Y方向配線73を共通電極141に接続し、X方向配線72の内の一端に接続された素子に電源142によって、同時に電圧バルスを印加して、フォーミングを行うことができる。バルスの形状や、処理の終了の判定などの条件は、個別素子のフォーミングについての既述の方法に準じて選択すればよい。また、複数のX方向配線に、位相をずらせたバルスを順次印加（スクロール）することにより、複数のX方向配線に接続された素子をまとめてフォーミングする事も可能である。図143は電流測定用抵抗を、144は、電流測定用のオシロスコープを示す。

【0170】[活性化工程]フォーミング終了後、活性化工程を行う。画像形成装置131内は、十分に排気した後、導入物質源140より有機物質を含んだ混合ガスが導入され、粘性流領域に相当する圧力に達したところで、全てのバルブが閉じられ、混合ガスが封止される。続いて、循環器201および吸湿装置202に接続するバルブのみが開けられ、画像形成装置131内の混合ガスを循環させる。

【0171】この様にして形成した、有機物質を含む等

閉気中で、各電子放出素子に電圧を印加することにより、炭素あるいは炭素化合物、ないし両者の混合物が電子放出部に堆積し、電子放出量がドロスティックに上昇するのは、個別素子の場合と同様である。このときの電圧の印加方法は、上記フォーミングの場合と同様の結線により、一つの方向配線につながった素子に、同時に電圧パルスを印加すればよい。

【0172】「安定化工程」活性化工程終了後は、個別素子の場合と同様に、安定化工程を行うことが好ましい。

【0173】画像形成装置131を加熱して、80～250°Cに保持しながら、イオンポンプ、ソーフォンポンプなどのオイルを使用しない排気装置135により配管132を通じて排気し、有機物質の十分少ない雰囲気とした後、配管をバーナーで熱して溶解させて封じきる。画像形成装置131の封止後の圧力を維持するために、ゲッター処理を行なうこともできる。これは、画像形成装置131の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、画像形成装置131内の所定の位置(不図示)に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常はTi等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、画像形成装置131内の雰囲気を維持するものである。

【0174】[電子源の駆動回路] 次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、NTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行う為の駆動回路の構成例について、図11を用いて説明する。図11において、101は画像表示パネル、102は走査回路、103は制御回路、104はシフトレジスタである。105はラインメモリ、106は同期信号分離回路、107は変調信号発生器、VxおよびVaは直流電圧源である。

【0175】表示パネル101は、端子Dox1乃至Doxm、端子Doy1乃至Doyn、及び高圧端子Hvを介して外部の電気回路と接続している。端子Dox1乃至Doxmには、表示パネル内に設けられている電子源、即ち、M行N列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行(N素子)ずつ順次駆動する為の走査信号が印加される。

【0176】端子Doy1乃至Doynには、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。高圧端子Hvには、直流電圧源Vaにより、例えば10kVの直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【0177】走査回路102について説明する。同回路は、内部にM個のスイッチング素子を備えたもので(図

中、S1ないしSmで模式的に示している)ある。各スイッチング素子は、直流電圧源Vxの出力電圧もしくは0V(グランドレベル)のいずれか一方を選択し、表示パネル101の端子Dox1ないしDoxmと電気的に接続される。S1乃至Smの各スイッチング素子は、制御回路103が送出する制御信号Tscanに基づいて動作するものであり、例えばFETのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【0178】直流電圧源Vxは、本例の場合には表面伝導型電子放出素子の特性(電子放出しきい値電圧)に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【0179】制御回路103は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるよう各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路103は、同期信号分離回路106より送られる同期信号Tsyncに基づいて、各部に対してTscanおよびTsoftおよびTmryの各制御信号を発生する。

【0180】同期信号分離回路106は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、一般的な周波数分離(フィルター)回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路106により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上Tsync信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上DATA信号と表した。該DATA信号はシフトレジスタ104に入力される。

【0181】シフトレジスタ104は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路103より送られる制御信号Tsoftに基づいて動作する(即ち、制御信号Tsoftは、シフトレジスタ104のシフトクロックであるということもできる)。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(電子放出素子N素子分の駆動データに相当)のデータは、Id1乃至IdnのN個の並列信号として前記シフトレジスタ104より出力される。

【0182】ラインメモリ105は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路103より送られる制御信号Tmryに従って適宜Id1乃至Idnの内容を記憶する。記憶された内容は、Id'1乃至Id'nとして出力され、変調信号発生器107に入力される。

【0183】変調信号発生器107は、画像データId'1乃至Id'nの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子Doy1乃至Doynを通じて表示

パネル101内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0184】前述したように、本発明を適用可能な電子放出素子は放出電流I₀に対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧V_{th}があり、V_{th}以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが放出される。その際、パルスの波高値V_mを変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅P_wを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【0185】従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。

【0186】パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0187】シフトレジスタ104やラインメモリ105は、デジタル信号式のものもアナログ信号式のものも採用できる。画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれば良いからである。

【0188】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路101の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには106の出力部にA/D変換器を設ければよい。これに連続してラインメモリ105の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器107に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器(カウンタ)及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器(コンパレータ)を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0189】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場

合、変調信号発生器107には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発振回路(VOC)を採用でき、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0190】このような構成をとり得る本発明を適用可能な画像表示装置においては、各電子放出素子に、容器外端子D₀x1乃至D₀xm、D₀y1乃至D₀ynを介して電圧を印加することにより、電子放出が生ずる。高圧端子H_vを介してメタルバック85、あるいは透明電極(不図示)に高圧を印加し、電子ビームを加速する、加速された電子は、蛍光膜84に衝突し、発光が生じて画像が形成される。ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については、NTSC方式を挙げたが入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式など他、これよりも、多数の走査線からなるTV信号(例えば、MUSE方式をはじめとする高品位TV)方式をも採用できる。

【0191】【はしご型配置の電子源及び画像形成装置】次に、はしご型配置の電子源及び画像形成装置について図13及び図14を用いて説明する。

【0192】図13は、はしご型配置の電子源の一例を示す模式図である。図13において、110は電子源基板、111は電子放出素子である。112、D₀x1～D₀x10は、電子放出素子111を接続するための共通配線である。電子放出素子111は、基板110上に、X方向に並列に複数個配されている(これを素子行と呼ぶ)。この素子行が複数個配されて、電子源を構成している。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビームを放出しない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加する。各素子行間の共通配線D₀x2～D₀x9は、例えばD₀x2、D₀x3を同一配線とすることもできる。

【0193】図14は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構造の一例を示す模式図である。120はグリッド電極、121は電子が通過するため空孔、122はD₀x1、D₀x2、…、D₀xmよりなる容器外端子である。123は、グリッド電極120と接続されたG₁、G₂、…、G_nからなる容器外端子、110は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図14においては、図9、図13に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同一の符号を付している。ここに示した画像形成装置と、図9に示した単純マトリクス配置の画像形成装置との大

きな違いは、電子源基板110とフェースプレート86の間にグリッド電極120を備えているか否かである。

【0194】図14においては、基板110とフェースプレート86の間に、グリッド電極120が設けられている。グリッド電極120は、表面伝導型放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はし型配置の素子行と直交して設けられたストライブ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の開口1121が設けられている。グリッドの形状や設置位置は図14に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッドを表面伝導型放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

【0195】容器外端子122およびグリッド容器外端子123は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0196】本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動(走査)していくのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。

【0197】本発明の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【0198】図1を用いて、より具体的に本実施例を説明する。

【0199】本実施例では、真空容器55内に表面伝導型電子放出素子を設置し、フォーミング工程、活性化工程を行った。1は電子放出素子を構成する基板であり、2及び3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。5.4は素子の電子放出部より放出される放出電流I_eを捕捉するためのアノード電極である。これら素子電極2及び3とアノード電極5.4は、真空容器55の外に設置された、素子駆動用電源(不図示)及び放出電子測定用高圧電源(不図示)に、それぞれ接続されている。

【0200】真空容器内に設置された素子は、前記実施態様に記述された方法で作製した。フォーミング工程は、該真空容器内において、素子にパルス電圧を印加することで行った。印加パルスは、図5(b)の様な三角波とし、パルス幅1msec、パルス間隔10msecとした。また、電圧は徐々に上げることでフォーミングを行った。

【0201】続く活性化工程では、窒素ガスにアセチレンを分圧にして1Paだけ混合した混合ガスを用いた。真空容器55内に、該混合ガスを大気圧まで導入し、全てのバルブを開いた。その後、循環器201と吸湿装置202に接続するバルブを開け、循環器201を用いて

真空容器内の混合ガスを循環させた。

【0202】本実施例では、循環器201として4枚羽根のプロペラを用い、吸湿装置としては、シリカゲルを用いた。これにより、真空容器内から発生する水分を除去することができる。

【0203】活性化工程に用いた印加パルスは、矩形波で、波高値は15Vとし、30分間の駆動を行った。その結果、素子電流I_fは、8mAまで上昇した。

【0204】その後、真空容器をベーキングしながら排気することによって安定化工程を施した。その結果、素子の電子放出特性として、15Vの印加電圧、アノード印加電圧5kVに対し、I_f = 7mA、I_e = 10μA、電子放出効率η = 0.14%が得られた。

【0205】(実施例2) 本実施例を、図12を用いて説明する。

【0206】本実施例では、表面伝導型電子放出素子を複数並べた画像形成装置を作製した。作製方法は、実施態様に示した方法に準じた。配管132の、画像形成装置131に接続する部分は、ガラス管になっている。

【0207】本実施例において、フォーミング工程は、Y方向配線を共通電極に接続し、X方向配線に接続された素子に電圧パルスを印加することで行った。このときの印加パルスは三角波で、パルス幅1msec、パルス間隔16.7msecとし、電圧は徐々に上げていった。

【0208】活性化工程には、窒素ガスにアセチレンを混合した混合ガスを用いた。アセチレンの混合分圧は1Paとした。また、混合ガスの導入圧力は、5×10⁴Paとした。

【0209】本実施例では、循環器としてルーツポンプを用い、吸湿装置としては、冷媒で-10°Cに冷やされたコールドトラップを用いた。

【0210】印加パルスは、交互に極性の変わら矩形波を用い、波高値は14Vとした。パルスを印加した時間は、1時間であった。

【0211】活性化工程の後、画像形成装置を加熱しながら排気することによって、安定化工程を施し、続いて配管をガスバーナーで加熱溶融して封止した。その後、各素子の特性を評価したところ、14Vの印加電圧、アノード印加電圧5kVに対し、平均でI_f = 4.1mA、I_e = 8.3μA、電子放出効率η = 0.20%が得られた。また、各素子での特性ばらつきは小さく、輝度ムラの少ない高品位な画像形成装置を作製することができた。

【0212】上述の実施例1、2においては、活性化時の混合ガスの圧力を、該混合ガスが粘性流領域の気体として扱える程度にしたことによって、必要なガスを速やかに供給することができた。また、素子特性のむらを減らすことができた。また高真空の排気形を用いることなく、活性化を行えることができるので、生産コストを低

く抑えることができる。

【0213】上述の実施例1においては、活性化の際の混合ガスの圧力を大気圧とすることによって、必要なガスをより速やかに供給できた。実施例2では、混合ガスの圧力を 5×10^4 Paとすることにより、実施例1の場合と比べると、時間はかかったものの、充分短い時間で活性化できた。

【0214】製造の低成本化をより進めたい時には、大気圧程度、もしくは大気圧に近い圧力を採用すればよい。ただし、圧力が大きすぎると装置のコストが上昇するので、数気圧程度以下にすることが望ましい。

【0215】ただし、大気圧よりも圧力を低めにしてもよい。その場合、活性化を行う際の気体の圧力（活性化を行う容器内の全圧）は約1.5気圧以下、特に0.2気圧以下、更には0.1気圧以下としてもよい。圧力を低めにすることによって特性の向上も実現できる。ただし、気体をより効果的に供給するためには、活性化を行う際の気体の圧力（活性化を行う容器内の全圧）は1Paより大きいことが望まれ、特に、100Pa以上、より望ましくは1000Pa以上が望ましい。

【0216】また、実施例1、2においては、循環器を用いて活性化時のガスを供給したため、導入される原料ガスの濃度分布をより均一にすることができた。それにより各元素の特性をより近づけることができる。

【0217】また、同時に吸湿装置により、工程中に発生する水分を除去できるため、水分による悪影響を除去することができる。

【0218】（実施例3）以下に本願に関わる発明の実施例3を説明する。

【0219】本実施例における活性化工程においても、有機物質としては、上記実施例1、2と同様の物を用いることができる。希釈ガス、不活性ガスとしては、アルゴン、ヘリウムなどの希ガス、窒素などを用いることができる。

【0220】両者の混合ガスは、有機物質が常温で気体である場合には、ガス流量を制御して混合すればよい。また有機物質が液体または固体である場合には、容器内で蒸発または昇華させてこれを不活性ガスと混合するなどの方法を用いることができ、両者の混合比は、上記の容器の温度を制御して調整することができる。

【0221】図17に本実施例及び実施例4、5、6で用いる活性化のための装置の特に処理容器の構成を模式的に示す。なお、図17は、処理すべき素子と、上記の雰囲気の形成に着目した物であり、パルス電圧を印加するための配線や電源装置などは示されていない。図17(A)は本実施例及び実施例4で用いる処理容器であり、容器1701の中央上部より、活性化用のガスを導入する。容器内はほぼ1気圧となり、容器の端から流出したガスは局所排気装置などにより適宜処理される。図17(B)は実施例5で用いる構成であり、活性化のた

めに容器内に流入したガスを外部に流出させず、還流路を設けた物である。図17(C)は実施例6で用いる構成であり、容器内にメッシュ1707を設けており、例えば複数の電子放出素子を一度に処理する場合、素子のおかれた位置により、ガスの流量が異なることを抑制し、活性化が更に均一に進むようにすることができる物である。

【0222】本実施例において、活性化工程の終了判定は、素子電流Ifを測定しながら、適宜行う。なお、パルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0223】なお、活性化工程後安定化工程を行った真空容器内の有機成分の分圧は、先の実施例と同様に上述の炭素もしくは炭素化合物の新たな堆積を抑制できるようになっているとよく、より望ましくは、 1×10^{-8} Torr以下が好ましく、さらには 1×10^{-10} Torr以下が特に好ましい。真空容器内の圧力は極力低くすることが望まれ、 1×10^{-7} Torr以下が好ましく、さらには 1×10^{-8} Torr以下が特に好ましい。

【0224】また、図9に示した画像形成装置を製造する場合は、安定化工程を行ってから、電子源、画像形成部材、真空容器形成部材等をフリットガラスなどを用いて接合し、組立工程を行い、内部を排気して、排気管をバーナーなどを用いて加熱して封じ切る。この後、必要に応じてゲッタ処理を行ってもよい。また、組立工程を行った後、安定化工程を行ってもよい。

【0225】図18は、その場合の工程に用いる装置の概要を示す模式図である。画像形成装置1801は、排気管1802を介して真空チャンバー1803に連結され、さらにゲートバルブ1804を介して排気装置1805に接続されている。真空チャンバー1803には、内部の圧力及び雰囲気中の各成分の分圧を測定するため、圧力計1806、四重極質量分析器1807等が取り付けられている。画像表示装置1801の外囲器88内部の圧力を直接測定することは困難であるため、該真空チャンバー1803内の圧力を測定する。

【0226】外囲器88を加熱して、80~250°Cの適当な温度に保持しながら、イオンポンプ、ソープショーンポンプなどのオイルを使用しない排気装置1805により排気管1802を通じて排気し、有機物質の十分少ない雰囲気にし、圧力計1806及び四重極質量分析器1807によりこれを確認した後、排気管をバーナーで熱して溶解させて封じきる。外囲器88の封止後の圧力を維持するために、ゲッタ処理を行なうこともできる。これは、外囲器88の封止を行なう直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱法により、外囲器88内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッタを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッタは通常はBa等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、外囲器88内の雰囲気を維持するものであ

る。

【0227】以下より具体的に本実施例を説明する。

【0228】本実施例により形成された電子放出素子は、図2(A)、(B)に模式的に示される構成を有する。

【0229】(工程-a) 基板1として石英を用い、これを洗剤、純水及び有機溶剤により洗浄した後、フォトレジストRD-2000N(日立化成(株)製)をスピナーにより塗布(2500 rpm、40秒)し、80°C、25分間のアリペークを行った。

【0230】次いで、素子電極のパターンに対応するマスクを用いて、密着露光し、現像液を用いて現像、120°C、20分間のポストペークを行って、レジストマスクを形成した。

【0231】次いでNiを真空蒸着法により成膜した。成膜レートは0.3 nm/sec.で膜厚を100 nmとした。

【0232】次いで、上記基板をアセトンに浸してレジストマスクを溶解し、リフトオフによりNiの素子電極2、3を形成した。電極間隙は2 μm、電極長は500 nmである(図4(A))。

【0233】(工程-b) 電極が形成された基板を、アセトン、イソプロパノール、酢酸ブチルで洗浄し乾燥した後、真空蒸着法によりCrを50 nm成膜した。次いでフォトレジストAZ1370(ヘキスト社製)をスピナーにより塗布(2500 rpm、30秒)し、90°C、30分間のアリペークを行った。

【0234】次いでマスクを用いた露光と現像により、導電性薄膜の形状に対応する開口を形成、120°C、30分間のポストペークを行ってレジストマスクを形成した。次いで、エッチャント((NH₄)₂Ce(NO₃)₆、HCl 1 H₂O = 1.7 g / 5 cc / 100 cc)に30秒間浸漬し、マスク開口部のCrエッチングし、次いでアセトンによりレジストを剥離しCrマスクを形成した。

【0235】次いで、有機Pd化合物の溶液(c c p-4230: 奥野製薬(株)製)をスピナーで塗布(800 rpm、30秒)し、300°C、10分間の焼成を行いPd微粒子よりなる導電性膜を形成した。

【0236】次いで、上記エッチャントに再度浸漬して、Crマスクを除去し、リフトオフにより、所望のパターンの、導電性膜4を形成した(図4(C))。

【0237】(工程-c) 次いで、上記の素子を図6に模式的に示した装置に設置し、排気装置5をより真空チャンバー5内を排気し、圧力が1×10⁻⁶ Torr以下となってから素子電極2、3の間に図5(B)に示すような、波高値の漸増する三角波パルスを印加した。パルス幅T1は1 mssec.、パルス間隔T2は10 mssec.とした。波高値が約5.0 Vと成了ったところで、フォーミングが完了した。

【0238】(工程-d) 電子放出素子を真空装置から取り出し、図17(A)に模式的に示したガス導入装置に設置した。ガス導入ラインには不図示の脱水フィルタが取り付けられており、水分を除去するようにしている。導入するガスはH₂とC₂H₂の混合ガスで、流量制御器により、H₂を2(1/min.)、C₂H₂を1(cc/min.)で流し混合することにより調整した。この気流中に素子電極間に図14に示すような波高値一定の矩形波パルスを繰り返し印加した。波高値は14Vパルス幅T3は100 μsec.、パルス間隔T4は10 mssec.とした。

【0239】(工程-e) この素子を再度、図6の装置に設置し、素子を150°Cに保持して排気を行ったところ、約3時間で1×10⁻⁶ Torrの圧力に到達した。

【0240】次いで素子を室温に戻した後、アノード電極に1kVの電圧を印加し、工程-dで用いたのと同じ波形のパルス電圧を印加して特性の測定を行った。なお、アノード電極と素子の間隔は4 mmにセットした。

【0241】その結果、素子電流Ifは5 mA、放出電流Ieは7 μA、電子放出効率η(=Ie/If) = 0.14%であった。

【0242】本発明の製造方法の具体例である本実施例の方法により、活性化工程と安定化工程にかかる時間は従来よりも極めて短いもので十分であった。

【0243】(実施例4) 工程-dにおいて、実施例3で用いたアセチレンの代わりに、アセトンを用いた。バブラー容器内にアセトンを入れ、窒素ガスをバーリングさせてアセトン蒸気を含ませたものを、図17(A)の装置内に導入し、同様の処理を行った。他の工程は実施例3と同じである。

【0244】図17(A)の装置内は、アセトン蒸気を含むN₂ガス雰囲気で、ほぼ1気圧に保たれている。ガスは、図19に模式的に示すような多段に連結したバーリング装置1901により、N₂ガスをアセトン1902中を通してある。バーリング装置全体を、恒温槽1903により25°Cに保つようにし、飽和蒸気圧のアセトン蒸気を含んだN₂ガスが毎秒1 cm³(1気圧)ずつ流出するように、ガス注入口1904にN₂ガスを流入させる。流出したガスは、混合器1905で高純度N₂ガスと混合され100倍に希釈、つづいて分配機1906で99:1に分岐され、1907に分岐された方は排気となり、コールドトラップ1907でアセトンを除去した後、放出される。他方に分岐された方は、再度100倍に希釈、さらに10倍に希釈され、全体では、10⁵倍に希釈される。アセトンの25°Cにおける飽和蒸気圧は、3×10⁴ Pa程度であるから、最終的に、活性化処理室に流入するガス中のアセトン分圧は、3×10⁻¹ Pa程度となる。なお、このように非常に大きな比率で希釈することを考慮して、高純度N₂ガスの純度は、99.9999%(6N)のものを使用した。

【0245】実施例3と同じ条件で測定したところ、素子電流 $I_f = 1 \text{ mA}$ 、放出電流 $I_e = 4.4 \mu\text{A}$ 、電子放出効率は約 0.11% であった。

【0246】(実施例5) 本実施例は、図8に模式的に示したマトリクス配線の電子源と、これを用いた画像形成装置(図9)の製造方法に関するものである。図20は本実施例により形成されたマトリクス配線の電子源の構成を模式的に示す部分平面図で、図中の折れ線A-Aに沿った断面の構造を図21に示す。以下、図22~図28を参照して、電子源の製造工程を説明し、さらに画像形成装置の製造工程も説明する。

(工程-A) 洗浄した青板ガラス上にシリコン酸化膜をスパッタリング法により 0.5 μm 形成し、これを基板として、この上に Cr 5 nm、Au 600 nm を真空蒸着法により順次成膜した後、フォトレジスト AZ1370 (ヘキスト社製) を用い、フォトリソグラフィー技術により下配線72を形成した(図22)。

【0247】(工程-B) 次いで厚さ 1 μm のシリコン酸化膜よりなる層間絶縁層2101をスパッタリング法により堆積する(図23)。

【0248】(工程-C) 層間絶縁膜にコンタクトホール2102を形成するためのフォトレジストパターンを作成、これをマスクとして CF₄ と H₂ を用いた RIE (Resistive Ion Etching) 法により、層間絶縁膜2101をエッチングした(図24)。

【0249】(工程-D) 素子電極のパターンに対応する開口を有するフォトレジスト (FD-2000N-41: 日立化成社製) のマスクパターンを形成し、真空蒸着法により 5 nm の Ti、100 nm の Ni を順次堆積、次いで有機溶剤によりフォトレジストを除去してリフトオフにより素子電極2103を形成した(図25)。素子電極の間隔は 3 μm とした。

【0250】(工程-E) 工程-A と同様のフォトレジストを用いたフォトリソグラフィー法により、5 nm の Ti、500 nm の Au の積層構造を有する上配線73を形成した(図26)。

【0251】(工程-F) 実施例3の工程-bと同様の Cr マスクを用いたリフトオフにより、PdO 微粒子よりなる導電性膜4を形成した(図27)。

【0252】(工程-G) コンタクトホール2102以外を覆うレジストパターンを形成し、真空蒸着により、5 nm の Ti、500 nm の Au を順次堆積し、レジストパターンを除去して不要な積層膜を除去してコンタクトホールの埋め込みを行った(図28)。

【0253】(工程-H) 上記電子源を真空装置内に設置し、各配線を通じて、実施例3の工程-cと同様に三角波ハルスを印加し、フォーミング工程を行って電子放出部を形成した。

(工程-I) 電子源を真空装置から取り出し、図17(B) に模式的に示す装置を用いて、実施例3の工程-

d と同じ条件で活性化処理を行った。

【0254】(工程-J) 次いで、電子源を再度真空装置内に設置し、実施例3の工程-eと同様に安定化工程を行った、同様に約 3 時間で圧力が $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ に到達した。

【0255】実施例3と同様に電子放出特性を測定したところ、すべての素子が正常に電子放出を行った。

【0256】上記電子源を用い、図9に示す構成の画像形成装置を作成した。

【0257】電子源の基板71をリアプレート81に固定し、基板の 5 mm 上方にフェースプレートを支持枠82を介して配置し、接合部にフリットガラスを塗布し窒素雰囲気中で 400°C に 10 分間保持して接合し、外囲器を形成した。フェースプレートの内面には蛍光膜84とメタルバック85が形成されている。蛍光膜84はストライプ形状(図10(A))のものを採用し、印刷法により形成した。黒色導電材はグラファイトを主成分とする材質を用いた。メタルバックは、蛍光膜の内面を平滑処理(フィルミング)した後、A1を真空蒸着することにより形成した。

【0258】上記の組立を行う際、蛍光体と電子放出素子との対応を正確に行い、十分に位置合わせを行った。なお、外囲器内にはゲッター装置(不図示)も取り付けられている。

【0259】このようにして作成した画像形成装置の外囲器内を排気し、圧力を $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ 以下とした後、高周波加熱法によりゲッター処理を行い、排気管をバーナーで加熱して封じた。

【0260】このようにして作成した装置に、駆動装置を接続し、TV 信号を入力して画像を表示させたところ、高品位の画像を安定に表示することができた。

【0261】(実施例6) 実施例5の工程-Iまでと同様に行なった。ただし、工程-Iにおいては図17(C)に模式的に示す構造の装置を用いた。その後、組み立て工程を行い外囲器を形成、ついで外囲器内を排気管を通じて排気しながら、150°C、5 時間の安定化工程を行ったところ、圧力が $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ に到達した。次いで、ゲッター処理を行い排気管を封じて画像形成装置を完成した。実施例5と同様に高品位な画像を安定して表示することができた。

【0262】(実施例7) 本実施例の製造法は、図29に示す各工程により構成される。左側に示したステップ S1 ~ S6 の「基板洗浄」~「検査工程」までが電子放出素子なし電子源を製造する工程であり、これを用いた画像形成装置の製造にはさらに、右側に示したステップ S7 ~ S11 の「画像形成部材形成」~「排気管封止」までを行なう。

【0263】本実施例の第1の特徴は、図29のフォーミング工程 S3、活性化工程 S4、安定化工程 S5 をいずれも大気圧程度の圧力下で行うものである。なお、安

定化工程S5は必ずしも大気圧程度の圧力下で行わなくてよい。ここで「大気圧程度の圧力」は、大気圧および大気圧に近い圧力をいい。その工程を行うための処理容器が、その内部の雰囲気を形成、維持するために、例えば真空装置のような大がかりな装置を必要としない条件であり、具体的には数分の一気圧から数気圧程度の範囲の圧力であり、0.5~1.5気圧の範囲が好ましく、さらには「気圧の±20%が特に好ましい」。

【0264】本発明は少なくともフォーミング工程S3、活性化工程S4を大気圧程度の圧力下で行う（さらには、安定化工程S5も大気圧程度の圧力下で行うことが望ましい）ものである。

【0265】このような、大気圧程度の圧力下での処理においては、その処理のための容器は、真空容器のように微量の漏れに対して厳重な対策をする必要はなく、また容器内壁などに吸着している気体分子が放出されることにより活性化工程の処理条件が大きく影響を受ける可能性も、比較的少ない。また、特に1気圧程度の圧力の場合、内外の圧力差に耐えるような機械的強度を要求する必要もない（）、処理に用いる装置が極めて簡便にできる。

【0266】このような処理は、所定の雰囲気を保持するため、処理する電子放出素子あるいは電子源を適当な容器内に置き、該容器内に所望の雰囲気を形成するためのガスを流入させて行う。

【0267】容器内に一旦ガスを満たして、その後は補給せずにそのまま処理を続けると、素子の周囲の雰囲気が変化してしまう場合があるので、これを防ぐために十分な量のガスが容器内に流入し、他方で容器外へ流出して容器内に気流が形成されていることが望ましい。

【0268】図30(A)は、このような本実施例での処理に用いる容器の構成の一例を示す模式図である。電子放出素子あるいは電子源3007を設置したホルダーに、図のよう容器3001を被せ、端面3002をのリング3003に押しつけることにより、ガスの漏れを防ぐ。上記容器3001には、ガス流入口3004が設けられ、他方ホルダー3005にはガス出口3006が設けられている。ガス流入口3004から、所望の組成のガスを流入させ、流入口3006から同量が流出する。あるいは、図30(B)のように、被せる容器3001を2重構造とするなどして、流入、流出口とも容器の側に設ける構成でも良い。あるいは、このほかの構成でも、所望のガスの流入、流出を十分に行える構成であれば差し支えない。

【0269】容器の内外にあまり大きな圧力差はないので、上記のリング3003や、それとつきあわせられる容器の端面3002に関しては、例えば真空装置のように厳密な気密性は要求されない。また、活性化工程を上記装置で行うことによって導入ガスの圧力分布が減少し、電子放出素子の特性分布が改善される。

【0270】上記のように、容器が移動する代わりに、例えば図31に示すように適当な搬入口、搬出口を有する、箱状の容器を連ねて用い、処理する電子放出素子あるいは電子源の方を順次移動させても良い。この際各処理容器3101、3102、3103の内部は、適当なガスの気流が形成されているが、搬入口（試料導入部）3105、接続部3104、搬出口（試料排出部）（不図示）にも不活性ガスなどの気流が形成されていることが好ましい。

【0271】図31には示していないが、処理の際、必要に応じて電子放出素子あるいは電子源に、電圧を印加するための接続端子が設けられている。

【0272】以下、より具体的に、説明する。

【0273】洗浄した基板上に、表面伝導型電子放出素子の素子電極、導電性膜、必要な配線などを形成する。それぞれは、真空蒸着法やスパッタ法による成膜、フォトリソグラフィー法などによるパターニングを行って形成しても良いし、印刷法やインクジェット法によりこれらを形成してもよい。

【0274】これらを形成した後、上記素子電極、配線、導電性膜がダメージを受けない程度の温度に加熱するなどの方法により、脱ガス処理を行った後、フォーミング工程を行う。

【0275】この工程では、素子電極間に、例えば図5(a)または図5(b)に示したようなパルス電圧を印加して電子放出部の形成を行う。このときの処理容器内の雰囲気は、導電性膜の材質等により、様々なものが用いられる。例えば、ヘリウム(He)などの希ガスあるいは窒素ガス(N₂)などの、不活性ガスを用いることが可能である。なお、不活性ガスはヘリウム(He)などの周期律0族に属する希ガスのみをいう場合もあるが、ここでは希ガスの他に窒素ガスなどを含む。また、酸化性の雰囲気、例えば酸素を含む雰囲気、を用いる場合もあり、導電性膜が金属酸化物により形成されており、これがパルス電圧印加によるジュール熱で還元されるのを避ける必要がある場合などはこのような雰囲気が好ましく用いられる。あるいは、還元性の雰囲気、例えば水素ガスを含む雰囲気を採用する場合もある。例えば、比較的還元されやすい金属酸化物、PdOなど、の微粒子により導電性膜が形成されている場合、不活性ガス雰囲気中で、図5(a)のような（それだけでは電子放出部の形成に至らない程度の）一定の波高値を持つパルスを印加し、次いで雰囲気中に水素ガスを少量混合させ、PdO微粒子を還元し、凝集しやすくすることにより、上記のパルス電圧の電力が比較的低くても電子放出部を形成することができる。

【0276】処理の終点を決める方法としては、フォーミングのためのパルスの合間に、導電性薄膜を破壊、変形あるいは変質しない程度の例えば0.1V程度の波高値のパルス電圧を挿入し、このとき流れの電流を測定す

ることにより、導電性膜の抵抗値を検知し、例えば抵抗値が1素子あたり $1M\Omega$ を越えたことを検知して、フォーミング処理を終了することができる。

【0277】について、活性化工程を行う。この処理は、上記フォーミング工程で形成された電子放出部とその周辺に、少なくとも炭素を含む堆積物を堆積させる処理で、これにより、素子の電気的特性は大きく変化する。具体的な処理方法としては、処理容器内に電子放出素子、あるいは電子源を設置して、容器内に有機物質のガス（あるいは蒸気）と不活性ガス（アルゴン、ヘリウム、窒素など）の混合ガスを、流入、流出させ、この混合ガスの気流中で電子放出素子の素子電極間に、パルス電圧を繰り返し印加することにより行う。上記混合ガスに用いる有機物質が、例えばメタン、エチレン、アセチレンなど常温で気体である場合には、ガス流量制御装置などを用いて、所望の混合比率に調整する。また、アセトン、エタノールなどの常温で液体である物質の場合には、不活性ガスを有機物質の液体中にバーリングさせ、蒸気を含ませる。バーリング装置の温度を正確に管理し、飽和蒸気圧の有機物質蒸気を含ませた後、蒸気を含まない不活性ガスと混合することにより、混合比を制御することができる。

【0278】について、安定化工程を行う。この処理は、電子放出素子あるいは電子源を実際に電子放出させて用いる際に、該電子放出素子あるいは電子源に吸着している、有機物質分子が供給源となって、少なくとも炭素を含む堆積物の堆積がさらに進行し、電子放出特性が不安定となることを防ぐために、不要な吸着有機物質分子を除去する工程である。この処理は、適当なガスを容器に流入、流出させつつ、電子放出素子あるいは電子源を加熱することにより行う。加熱により、吸着した有機物質分子は、脱離しやすくなり、脱離した分子はガスの気流により容器外に運び去られる。なお、脱離した有機物質分子が、処理容器の内壁に再度吸着した場合、容器が低温であると脱離しづらく、容器内に残留する恐れがあるので、容器自体も加熱することが望ましい。

【0279】また、電子放出素子に通常駆動する場合と同程度の波高値を持つ電圧パルスを印加しながら、加熱処理を行うと、本工程がさらに効果的に行われる場合もある。

【0280】また、容器内に流入させるガスは、適当な酸化性を有するものを用いることができる。このようにすると、吸着した有機物質分子は、酸化され、主に CO_2 、 CO 、 H_2O 等に変化する。これらは、高真空を形成する際などには、必ずしも排気しやすいガスではないが、ある程度重合の進んだ有機物質の吸着分子に比べれば、排気しやすいものであり、本工程の目的を達成しやすくなる。

【0281】なお、安定化工程は、容器内を簡単な排気装置を用いて、低真空として行っても良い。排気装置と

して高真空用の大がかりなもの、例えばターボポンプや、イオンポンプを用いることもできるが、本工程の目的程度であれば、スクロールポンプなどの通常予備排気用に用いられる程度の排気装置により行うことができ、容器、排気装置ともさほど大がかりにはならない。また、排気に時間を要することもない。本発明の目的を損なわず、本発明を構成する工程として好適に採用することができる。

【0282】上記工程により作製した、電子放出素子、あるいは電子源を例えばガラスの真空容器に封入して、画像形成装置を形成する場合などには、封入する前に電子放出素子あるいは電子源が、正常に形成されていることを確認するのが好ましい。確認の方法としては、電子放出素子の電気特性、すなわち素子電圧 V_f と素子電流 I_f の関係を測定することにより行うことができる。さらに、万全を期すためには、電子放出素子、あるいは電子源を測定用の真空装置内に設置して、実際に電子を放出させて、電子放出特性を測定しても良い。この方法は、最も確実であるが、真空装置内を十分に排気するためにある程度の時間を要し、またそのための装置も大がかりとなる。全体の工程を考慮し、最もコストが低くなるような確認方法を採用する。

【0283】次いで、上記工程により作成した電子放出素子あるいは電子源を、画像形成部材など必要な部材とともに、真空容器内に封入する。電子放出素子あるいは電子源以外の各部材も、予め加熱するなどして十分に脱ガスを行っておく。各部材を内部に設置して真空容器を形成した後、該真空容器内を排気管を介して排気し、次いで排気管をバーナーなどで加熱して封じきる。この際に用いる排気装置は、有機物質を真空中に拡散させることのないよう、オイルフリーの装置を用いる。

【0284】この後、ゲッタ処理を行っても良い。これは、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、真空容器内の所定の位置に配置されたゲッタを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッタは通常 B_2O_3 等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、真空容器内の雰囲気を維持するものである。ゲッタ処理は、容器内を十分排気した後、あるいは排気管を封じきるのに先立って行っても良い。

【0285】なお、排気管を介して真空容器内を排気する代わりに、内部で組立作業を行うことができる真空チャンバー内に必要な部材を入れ、真空中で組立てても良い。本発明に係わる電子源には、図4に示すように、電子放出素子をX方向及びY方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、X方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y方向の配線に共通に接続するものが挙げられるが、その他にも、図13及び図14に示したような、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配

し(行方向と呼ぶ)、この配線と直交する方向(列方向と呼ぶ)で、該電子放出素子の上方に配した制御電極(グリッドとも呼ぶ)により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置のものがある。以下に本実施例をより具体的に説明する。

【0286】本実施例は、単一の表面伝導型電子放出素子の製造方法である。本発明により作成される、表面伝導型電子放出素子の構成を、図2(a)、図2(b)に模式的に示す(図2(a)は平面図、図2(b)は断面図である)。

【0287】(工程-A)石英ガラスより成る基板1を洗浄した後、Ti及びPdをスパッタリング法により、それぞれ5nm、6.0nm重ねて成膜し、通常のフォトリソグラフィーの方法によりパターニングして素子電極2、3を形成した(図2(a))、電極の間隔は、2μmとした。

【0288】(工程-B)次いでスパッタリング法によりCrを50nm堆積し、フォトリソグラフィーの方法により、導電性膜1のパターンに対応する開口を形成し、次いで有機Pd化合物の溶液(ccp-4230; 奥野製業(株)製)を塗布、大気中300°C、12分間の焼成を行い、Pdの微粒子膜を形成、次いでCrエッチャントにより上記Cr膜を剥離し、所望の形状の導電性膜1を形成した(図2(b))。

【0289】(工程-C)次いで、フォーミング工程を行うが、この工程から上述の安定化工程までは、図31に示すような、それぞれの処理容器3101~3103を連絡路3104で連結した処理装置を用いて行う。各処理容器、すなわちフォーミング処理容器3101、活性化処理容器3102、安定化処理容器3103(図にはその一部のみ記載)には、それぞれの工程で必要なガスを導入、送出するための、ガス導入管3106、ガス排気管3107が接続されている。また、試料導入部3105がフォーミング処理容器3101に、試料排出部(不図示)が安定化処理容器3103にそれぞれ接続されている。連結路3104、試料導入部3105、試料排出部にも、それぞれの内部を適当な雰囲気とするため、ガス導入管3106、ガス排出管3107が接続されている。3108は試料搬送装置である。

【0290】工程-Bを終えた素子は、試料ホルダー3109に設置され(素子電極への配線が設けられ、処理容器外の電源装置などと接続されるようになっている)、試料導入部3105に入れられ、試料搬送装置3108にセットされ、フォーミング処理容器3101内へ搬送される。試料導入部3105及びフォーミング処理容器3101内は、1気圧のN₂で満たす。そのためガス導入管3106、ガス排出管3107によりN₂ガスが流されている。

【0291】接続端子(不図示)を通じて、素子電極間に図5(b)に示すような波高値の漸増する三角波パル

スを印加し、電子放出部5を形成する。また、不図示であるがフォーミング用パルスの合間に波高値0.1Vの矩形波パルスを挿入し、このとき流れる電流を測定して、素子の抵抗を検知する。抵抗が1MΩを超えたところで、本工程を終了する。

【0292】(工程-D)試料ホルダー3109を活性化処理容器3102内へ移動して、活性工程を行う。活性化処理容器3102の内部は、アセトン蒸気を含むN₂ガス雰囲気で、ほぼ1気圧に保たれている。ガスは、図19に模式的に示すような多段に連結したバブリング装置1901により、N₂ガスをアセトン1902中を通してある。バブリング装置全体を、恒温槽1903により25°Cに保つようにし、飽和蒸気圧のアセトン蒸気を含んだN₂ガスが毎秒1cm³(1気圧)ずつ流出するように、ガス注入口1904にN₂ガスを流入させる。流出したガスは、混合器1905で高純度N₂ガスと混合され100倍に希釈、つづいて分配機1906で99:1に分岐され、1907に分岐された方は排気となり、コールドトラップ1907でアセトンを除去した後、放出される。他方に分岐された方は、再度100倍に希釈、さらに10倍に希釈され、全体では、10⁵倍に希釈される。アセトンの25°Cにおける飽和蒸気圧は、3×10⁴Pa程度であるから、最終的に、活性化処理室に流入するガス中のアセトン分圧は、3×10⁻¹Pa程度となる。なお、このように非常に大きな比率で希釈することを考慮して、高純度N₂ガスの純度は、99.9999%(6N)のものを使用した。

【0293】上記のようなガスの気流中で、素子電極間にパルス電圧を印加する。パルスは、波高値1.4Vの矩形波で、パルス間隔は10msec、パルス幅は1msecとし、30分間パルスの印加を続けた後、処理を終了した。

【0294】(工程-E)次いで、試料ホルダーを活性化処理容器3103内へ移動し、活性化処理を行った。容器内は、N₂ガスが流入、流出しており、温度は150°Cに保持されている。圧力はほぼ1気圧に保たれている。素子を該活性化容器内に7時間保持した後、図6に模式的に示す測定装置の真空チャンバー55内に設置した。

【0295】電子放出素子と対向して、素子から放出されて電子を補足するアノード電極54が設置されている。素子とアノード電極の間隔Hは5mmとした。56は超高真空用の排気装置で、イオンポンプとスクロールポンプを組み合わせたものである。該排気装置により、真空チャンバー内を排気し、圧力を10⁻²Pa以下とした。

【0296】パルスジェネレーター51により波高値1.4Vの矩形波パルスを素子電極2、3の間に印加して、電流計50により、素子に流れる電流Ifを測定した。また、アノード電極54には、高圧電源53により1k

Vの電位を与えて、電流計52により、放出電流1eを測定した。

【0297】(比較例1) 実施例7と工程-A～工程-Bまでを同様に行つた。つづいて、(工程-d) 素子を、真空装置内に設置し、排気装置により圧力を 10^{-3} Pa以下とした。この真空装置は、真空チャンバー内を排気するだけでなく、適当なガスを導入できるようにしたものである。また、素子の電極に配線を接続するための端子も有する。上記圧力を減圧するまでに、1時間15分を要した。

【0298】先ず、フォーミング工程を行う。素子電極間に図5(b)に示す、波高値の漸増する三角波パルスを印加し、電子放出部を形成する。

【0299】(工程-c) 次いで、活性化工程を行う。真空チャンバー内を一日 1×10^{-6} Paまで減圧した後、アセトンを導入し、圧力を 3×10^{-1} Paとし、素子電極間に1.1Vの矩形波パルスを印加する。最初の減圧により上記圧力に達するまでに、3時間を要した。パルス間隔、パルス幅は実施例7の場合と同様とした。パルス印加を30分間続けた後、活性化工程を終了した。

【0300】(工程-d) 次いで、安定化工程を行う。真空チャンバー内を排気しながら、真空チャンバーと素子を150°Cに加熱し、保持する。10時間加熱と排気を繰り返すところ、圧力が 1×10^{-6} Paを下回るようになったので、安定化工程を終了した。

【0301】素子を、上記工程用の真空チャンバーから取り出し、上述の測定用真空チャンバーに設置して、実施例7と同様の測定を行つた。

【0302】いざれの素子も図7に示すような特性を示した。 $I_f - V_f$ 、 $I_e - V_f$ 特性とも、明確な閾値を持ち、閾値以上の素子電圧に対し、単調増加特性(M1特性)を示す。この特性は、1.4V以上の電圧をかけない限り、変化せず、測定の際のパルス波高値(ただし1.4V以下)、パルス幅、パルス間隔に依存しないものであった。また、パルス印加を暫く停止した後に、測定を再開した場合にも、一時的に電流が大きくなるような現象は見られなかった。

【0303】従つて、いざれの素子も、同程度の安定した特性示すものであるが、実施例7の方法は、比較例1の方法と比べ、真空容器内を排気するのに必要な時間が大体に短縮でき、製造コストを抑制できた。また製造装置も、比較例1で用いたような、製造工程に用いる真空装置を必要とせず、装置が大がかりになることによるコストの上昇も抑制できた。

【0304】(実施例8) 本実施例の方法により作成するものは、表面伝導型電子放出素子を多数有し、マトリクス状に配線されて電子源、及びそれを用いた画像形成装置である。製造工程を、図32を参照して説明する。

【0305】(工程-A) 洗浄した青板ガラスの表面に、0.5μmのSiO₂層をスパッタリングにより形

成し、基板1とした。

【0306】該基板上にスパッタ成膜法とフォトリソグラフィー法を用いて表面伝導型電子放出素子の素子電極2と3を形成する。材質は5nmのTi、100nmのNiを積層したものである。素子電極間隔は2μmとした(図32(A))。

【0307】(工程-B) つづいて、Agペーストを所定の形状に印刷し、焼成することによりY方向配線91を形成した。該配線の幅は100μm、厚さは約10μmである(図32(B))。

【0308】(工程-C) 次に、PdOを主成分とし、ガラスバインダーを混合したペーストを用い、同じく印刷法により絶縁層3202を形成する。これは上記Y方向配線3201と後述のX方向配線を絶縁するもので、厚さ約20μmとなるように形成した。なお、素子電極3と重なる部分には切り欠き3203を設けて、X方向配線と素子電極の接続をとるようにしてある(図32(C))。

【0309】(工程-D) つづいてX方向配線3204を上記絶縁層3202に形成する(図32(D))。方法はY方向配線の場合と同じで、配線の幅は300μm、厚さは約10μmである。

【0310】(工程-E) PdO微粒子よりなる導電性膜4を形成する。有機Pd化合物の水溶液を、所定の位置に、パブルジェット方式のインクジェット装置を用いて、液滴として付与し、乾燥させた後、大気中で300°C、10分間の加熱処理を行い、PdO微粒子膜とすることにより形成した(図32(E))。

【0311】(工程-F) 次いでフォーミング工程を行う。実施例7で用いたのと同じ処理装置を用いる。

【0312】以降の工程のために、電子源には図33に示すように、配線が行われている。X方向配線3201は、各配線がフィードスル-3304を介して処理容器3303外に取り出されている。Y方向配線3204は共通電極3302にすべて接続され、共通電極につながった配線が、フィードスル-3304を介して外部に取り出されている。3301は電子放出素子を示す。パルスジェネレータ3305は、上記共通電極と、X方向配線の一つとに接続されている。3306は電流測定用の抵抗、3307は電流モニタである。実施例7と同様にフォーミング用に波高値の漸増する三角波パルスを印加し、該フォーミング用パルスの合間に、波高値0.1Vの矩形波パルスを印加し、電流を測定して、抵抗を検知した。抵抗値が1素子あたり、100kΩを超えたところで、そのX方向配線に接続された電子放出素子3301のフォーミングを完了し、パルスジェネレータ3305の接続を次のX方向配線につなぎ替える。これを繰り返してすべての電子放出素子に電子放出部を形成する。

【0313】(工程-G) 次いで、活性化処理を行う。実施例7と同様のアセトンを含有するN₂ガスを流入さ

せ、工程-Fと同様の配線により、各X方向配線ごとに波高値18Vの矩形波パルスを印加した。検知される電流の量がほぼ飽和した時点で、パルスジェネレータの接続を次のX方向配線に切り替え、順次同様の処理を行い、すべての電子放出素子の活性化工程を完了した。

【0314】(工程-H)次いで、安定化工程を行う。実施例7と同様に、上記電子源を150°CのN₂気流中で、7時間保持した。

【0315】(工程-I)電子源の各素子の電気特性を測定し、短絡などの異常がないことを確認した。

(工程-J)上記電子源と組み合わせる真空容器の部材と、画像形成部材を準備する。ガラス製真空容器は、フェースプレート、リアプレート、及び支持棒より成り、さらに容器内部を排気するための排気管を有する。画像形成部材は、上記フェースプレートの真空容器内側表面上に、蛍光膜とメタルバックを積層したものである。本実施例では、蛍光膜としては図10(A)に示した、ストライプ状の構造を採用した。上記のフィルミング処理を行った後、A1を真空蒸着により成膜し、メタルバックを形成した。

【0316】画像形成部材を含むフェースプレート、リアプレート及び支持棒は予めN₂気流中150°C、1時間の熱処理を行い、吸着物を除去した。

【0317】上記電子源をリアプレートに固定、次いでリアプレートと支持棒、フェースプレート、排気管を組み合わせ、固定して、真空容器を形成した。この際電子源と画像形成部材の位置を厳密に合わせた。接合にはフリットガラスを用い、大気中で400°Cに加熱することにより固定した。このようにして形成した画像形成装置は、図9に模式的に示すような構成を有する。81はリアプレート、82は支持棒、83はフェースプレートで、これらにより真空容器(外囲器)88が作製される。84は蛍光膜、85はメタルバックで両者により画像形成部材が構成される。901は真空容器88の内部を排気するための排気管、87はメタルバック85に接続され、電子を加速するための電圧を画像形成部材に印加するための高圧端子である。このほか、図には示されていないが、電子源の周囲にゲッタが配置されている。

【0318】(工程-K)排気管を、超高真空用の排気装置に接続し、真空容器内を排気、圧力を10⁻³Pa以下になるまで排気を続けた。

【0319】(工程-L)排気管をバーナーで加熱して封じた。次いで、高周波加熱により、ゲッタを加熱し、ゲッタ処理を行い、画像形成装置を完成した。

【0320】この画像形成装置に、高圧端子に5kVを印加し、マトリクス駆動により動作を確認したところ、正常に動作することが確かめられた。

【0321】(実施例9)本実施例により作成されるのは、実施例8と同様の電子源及びそれを用いた画像形成装置である。実施例8の工程-Aから工程-Eまでと同

様の工程を行った後、(工程-F)フォーミング工程を行う。電子源をフォーミング処理容器内に設置し、容器内に先ずN₂ガスを流入させる。配線は、図33に示したものと基本的には同じであるが、パルスジェネレータ3305とX方向配線の接続端子との間に、スイッチング装置を置き、1パルス毎に、接続するX方向配線が順次切り替わるようにする。この状態で、波高値5V、パルス幅100μsecの矩形波パルスを各X方向配線に順次印加する。

【0322】次いで、容器内に流入させるガスをN₂99% - H₂1%の混合ガスに切り替える。

【0323】素子の抵抗は、初め僅かに上昇した後徐々に低下し、その後急激に上昇に転じて高抵抗となり、電子放出部が形成される。なお、H₂の爆発濃度範囲の下限は、空気中で4%であるので、上記混合ガスの使用に関しては特別な防爆設備は設けず、装置の周囲を通常の換気が行われるようにした。

【0324】(工程-G)活性化工程を行う。活性化処理容器内には、N₂99% - C₂H₄1%の混合ガスを流入させる。なお、メタンC₂H₄の爆発濃度範囲の下限は、空気中で5%であるので、上記混合ガスに関して特別な防爆設備は設けていない。

【0325】工程-Fと同様にパルス電圧を印加する。パルス波高値は初め5Vとし、0.5V/minのレートで昇圧し、18Vとなった時点で、波高値を固定した。本工程は、電流を観測しながら行い、電流値の増加が飽和傾向を示したところで、工程を終了した。

【0326】(工程-H)次いで、安定化工程を行う。安定化処理容器内には、N₂を流入させ、150°Cで5時間保持した。このうち、最初の1時間は、工程-Gにおけると同様なパルスの印加を行った。波高値は18Vとした。

【0327】(工程-I)各電子放出素子のI_f-V特性を測定し、すべての素子が正常に形成されていることを確かめた。

【0328】この後、実施例8と同様に、上記電子源と画像形成装置、真空容器を組み合わせ、画像形成装置を作成した。高圧端子に5kVを印加し、動作を確認したところ、正常に動作することが確かめられた。電子放出素子から放出電流は、実施例2の場合よりもやや大きいものであった。

【0329】(実施例10)本実施例により作成されるのは、実施例8と同様の電子源及びそれを用いた画像形成装置である。実施例8の工程-Aから工程-Eまでと同様の工程を行った後、(工程-F)電子源をフォーミング処理容器内に設置する。フォーミング処理容器内に、乾燥空気を流入させながら、実施例8のフォーミング工程と同様の方法でパルス電圧を印加し、電子放出部を形成した。

【0330】(工程-G)活性化処理容器内に電子源を

移し、容器内に N_2 99.95% - C_2H_2 0.05% の混合ガスを流入させた。実施例2と同様に電子源にパルス電圧を印加し、活性化を行った。

【0331】(工程-H) 安定化処理容器内に電子源を移し、容器内に N_2 95% - O_2 5% の混合ガスを流入させた。内部を 150°C に保持し、3時間の処理を行った。

【0332】この後、各電子放出素子の検査を上述と同様に行つた後、実施例8と同様にして画像形成装置を作成し、動作の確認を行つた。実施例2とはほぼ同様の結果であった。

【0333】(実施例11) 実施例8と同様に工程Gまで行つた後、安定化工程を次のようにして行つた。

(工程-H) 電子源を真空チャンバー内に設置し、真空チャンバーをスクロールポンプにより、圧力が 10^{-3} Pa となるよう排気を行つた。この圧力に達するまで、15分を要した。次いで、真空チャンバー全体を加熱して 150°C とした後、排気を続けながら 10時間保持した。用いた真空チャンバーは、簡易なバルブを介して上記スクロールポンプに接続されたもので、極めて簡易な装置である。

【0334】この後、各電子放出素子の検査を上述と同様に行つた後、実施例8と同様にして画像形成装置を作成し、動作の確認を行つた。実施例8とはほぼ同様の結果であった。

【0335】以上述べてきた各実施例においては、速やかに活性化原料を電子放出素子に供給でき、また、むらを減らすことができる。また、活性化の工程において高真空中の雰囲気を用いないので、活性化工程に先立ち電子放出素子もしくは電子源を真空装置に設置し排気、必要な場合には処理後にリークするということを行つ必要がない。それにより全体の工程の時間を非常に短くすることができ、量産性の面でも特に好ましい。また、真空装置を真空搬送路で連結して処理を行わなくてもいいので、そのような大型で複雑で高価な製造装置を用いる必要がない。

【0336】また、活性化工程とその後の工程とを一つの真空装置で行う場合、活性化工程では、真空容器内に有機物質が導入され、ついで安定化工程でこれを除去することになる。活性化工程で導入された有機物質は電子放出素子もしくは電子源のみならず、真空容器自体の内壁に大量に吸着されてしまうため、これを除去するには長時間を要する。それに対して、活性化工程における雰囲気を保持する容器と、その後の工程において用いる容器が異なる実施例においては、活性化工程において用いる容器への有機物質の吸着が生じてもその後の工程には影響を与えないため、製造プロセスにかかる時間を短くすることができる。

【0337】

【発明の効果】以上述べてきた様に、本発明によると、

電子放出素子や電子源や画像形成装置の製造にかかる時間を短縮でき、またコストを減少することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表面伝導型電子放出素子作製装置の一例を示す模式図である。

【図2】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的平面図及び断面図である。

【図3】本発明を適用可能な垂直型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図である。

【図4】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を示す模式図である。

【図5】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の製造に際して採用できる通電フォーミング処理における電圧波形の一例を示す模式図である。

【図6】測定評価機能を備えた真空処理装置の一例を示す模式図である。

【図7】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子についての放出電流 I_e 、電子電流 I_f と電子電圧 V_f の関係の一例を示すグラフである。

【図8】本発明を適用可能な単純マトリクス配置した電子源の一例を示す模式図である。

【図9】本発明を適用可能な画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図10】蛍光膜の一例を示す模式図である。

【図11】画像形成装置にNTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図12】本発明の画像表示装置のフォーミング、活性化工程を行うための真空排気装置の模式図である。

【図13】本発明を適用可能な梯子配置の電子源の一例を示す模式図である。

【図14】本発明を適用可能な画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図15】本発明の画像形成装置の、フォーミング、活性化工程のための結線方法を示す模式図である。

【図16】従来の表面伝導型電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図17】(A)～(C)は、本発明の製造方法の、活性化工程において使用する処理装置の構造を示す模式図である。

【図18】本発明の画像形成装置の製造方法において、使用される真空装置の構成の一例を示す模式図である。

【図19】本発明の電子放出素子の製造方法において、使用されるバーリング装置の構成の一例を示す模式図である。

【図20】本発明の適用されるマトリクス配線を有する電子源の構成を模式的に示す平面図である。

【図21】図20の折れ線A-Aに沿った断面の構成を模式的に示す断面図である。

【図22】本発明の電子源の製造工程の一部を説明する

ための図である。

【図2-3】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-4】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-5】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-6】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-7】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-8】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。

【図2-9】本発明の製造方法の工程の流れを説明するための流れ図である。

【図3-0】(A)、(B)は、本発明に用いる、処理容器の構成の例を示す模式図である。

【図3-1】本発明に用いる連続処理装置の構成を示す模式図である。

【図3-2】(A)～(E)は、マトリクス配線を有する電子源の製造法の一例を示す模式図である。

【図3-3】本発明の電子源の製造方法において、用いられる配線方法を説明するための模式図である。

【符号の説明】

1 基板

2、3 素子電極

4 導電性薄膜

5 電子放出部

21 段さ形成部

50 素子電極2・3間に導電性薄膜4を流れる素子電流 I_{sf} を測定するための電流計

51 電子放出素子に素子電圧 V_{sf} を印加するための電源

52 素子の電子放出部5より放出される放出電流 I_{sc} を測定するための電流計

53 アノード電極54に電圧を印加するための高圧電源

54 素子の電子放出部より放出される放出電流 I_{sc} を捕捉するためのアノード電極

55 真空容器

56 排気ポンプ

71 電子源基板

72 X方向配線

73 Y方向配線

74 表面伝導型電子放出素子

75 結線

81 リアフレート

82 支持枠

83 ガラス基板

84 融光膜

85 メタルバック

86 フェースプレート

87 高圧端子

88 外囲器

91 黒色導電材

92 融光体

101 表示パネル

102 走査回路

103 制御回路

104 シフトレジスタ

105 ラインメモリ

106 同期信号分離回路

107 变調信号発生器

V_x および V_a 直流電圧源

110 電子源基板

111 電子放出素子

112 $D \times 1$ ～ $D \times 10$ は、前記電子放出素子を配線するための共通配線

120 グリッド電極

121 電子が通過するため空孔

122 $D \times 0.1$, $D \times 0.2$, …, $D \times 0.9$ よりなる容器外端子

123 グリッド電極120と接続されたG1, …, G10

131 画像表示装置

132 配管

135 排気装置

136 圧力計

137 四重極質量分析器

139 導入量制御手段

140 導人物質源

141 共通電極

142 電源

143 電流測定用抵抗

144 オシロスコープ

201 循環器

202 吸湿装置

203 バルブ

1706, 3001 容器

1707 メッシュ

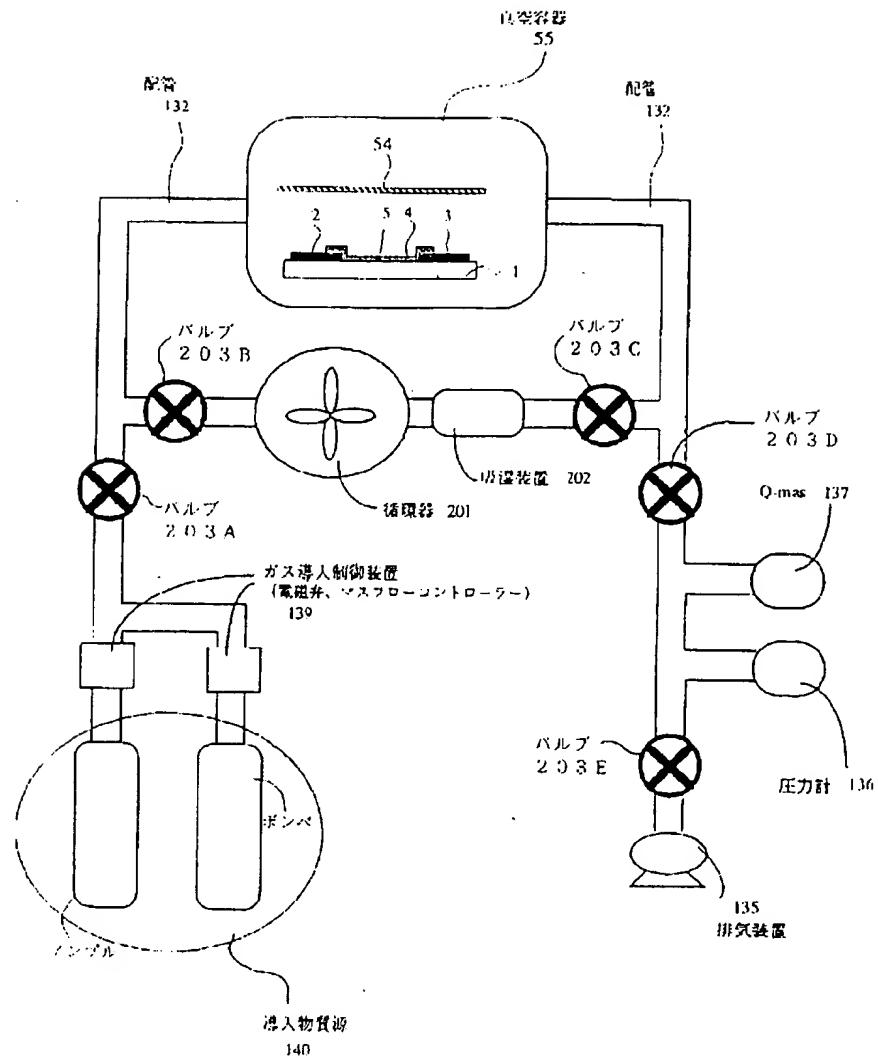
3003 Oリング

3108 試料搬送装置

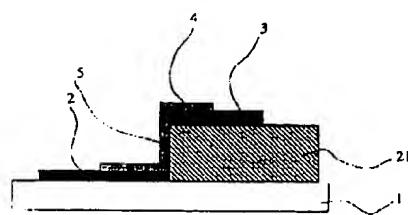
3110 仕切り

1901 バブラー

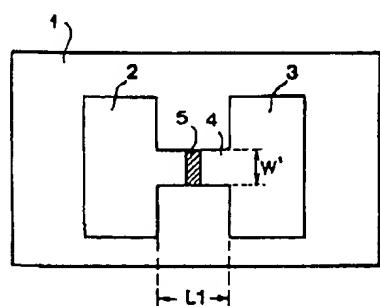
【図1】



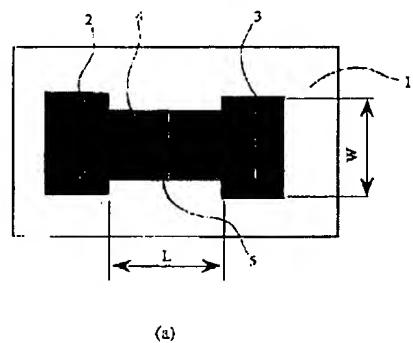
【図3】



【図16】

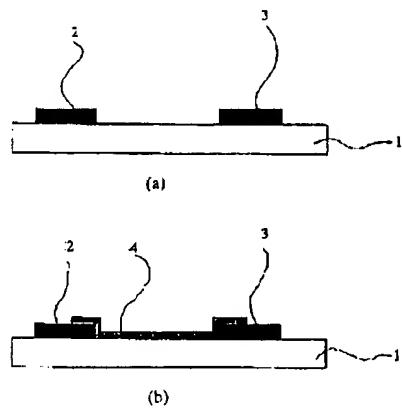


【図2】

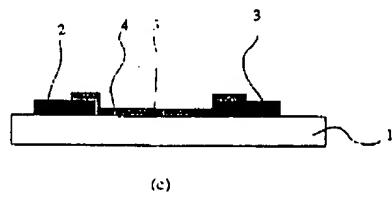


(a)

【図4】



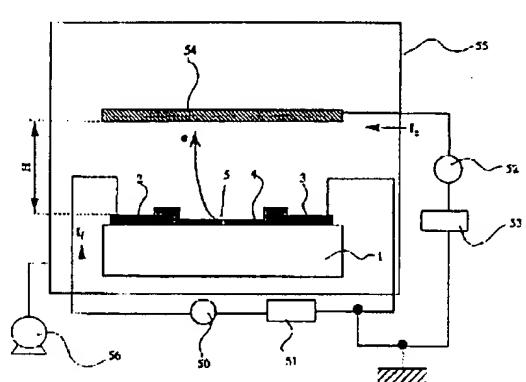
(b)



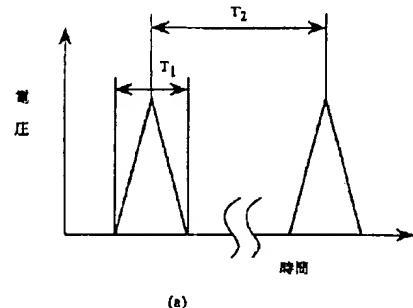
(c)

(b)

【図6】

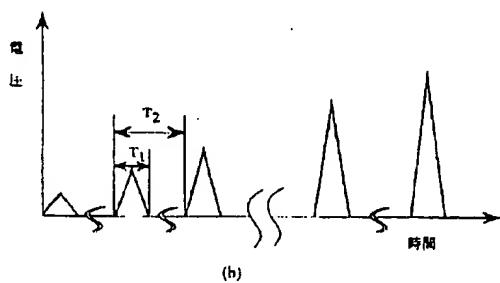


【図5】

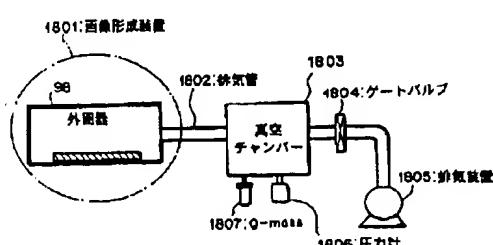


(a)

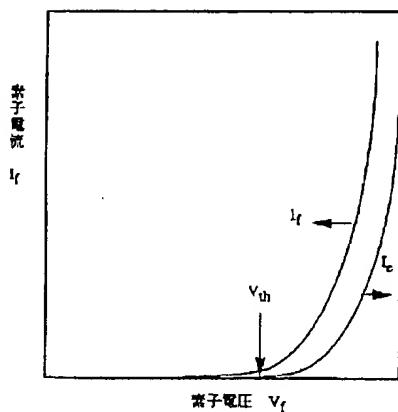
【図18】



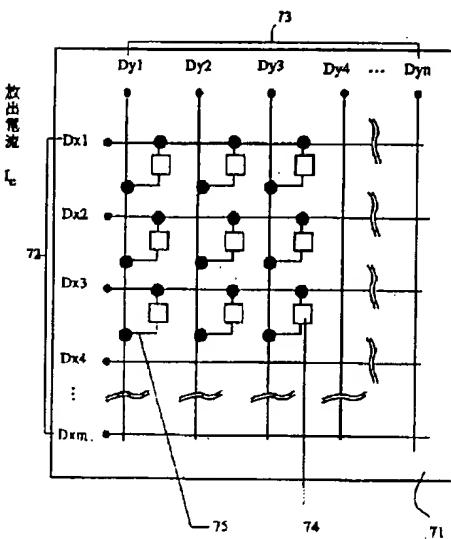
(b)



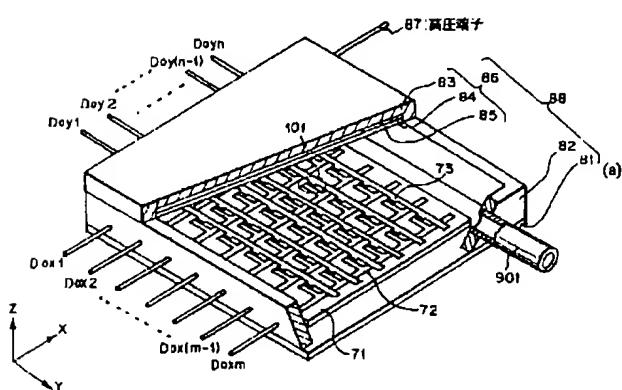
【図7】



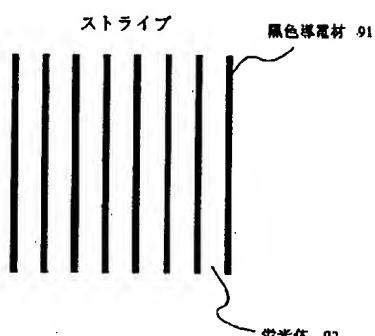
【図8】



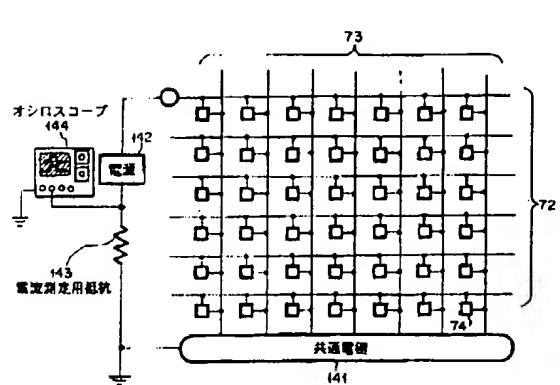
【図9】



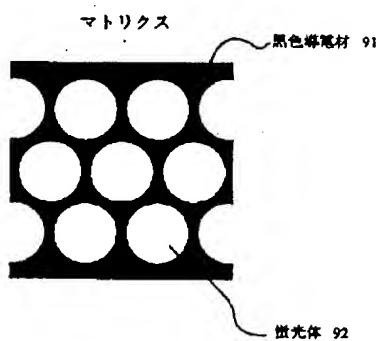
【図10】



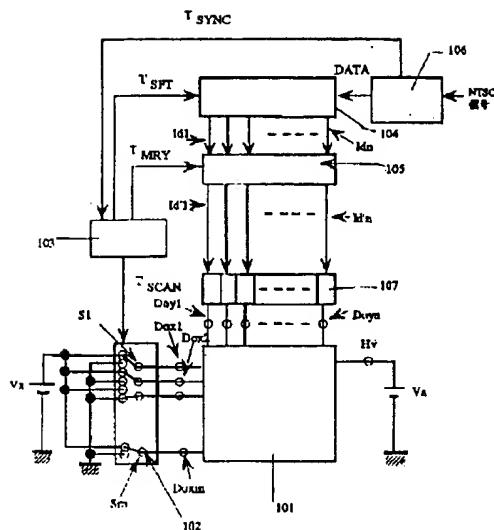
【図15】



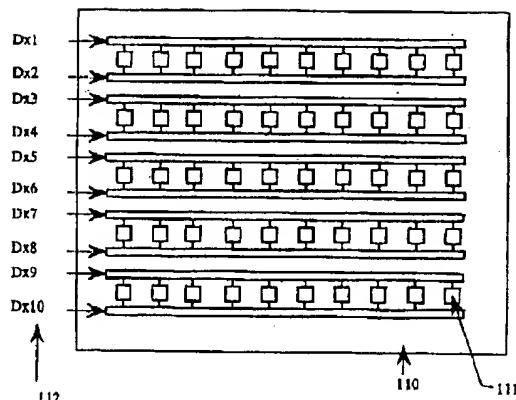
(b)



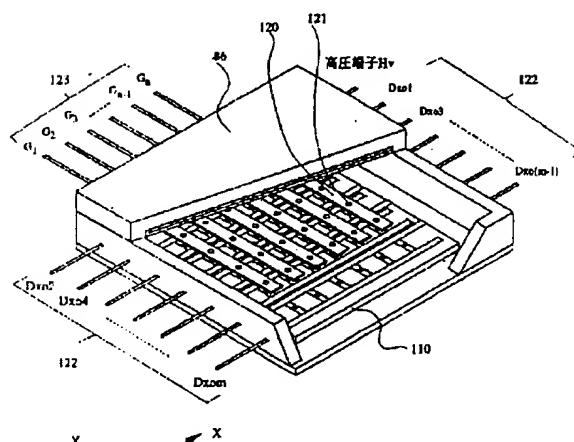
[图11]



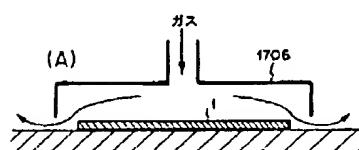
【図13】



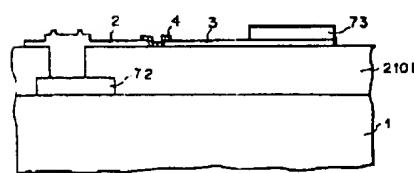
〔以 14〕



[图17]



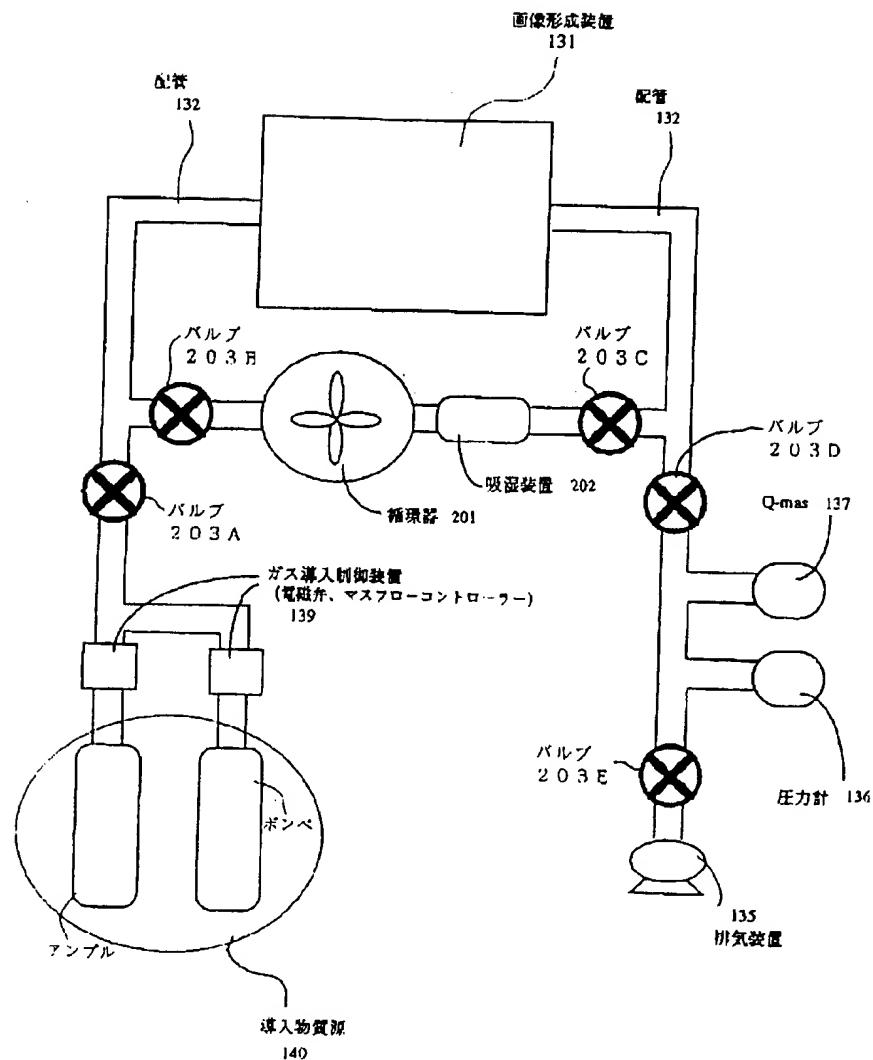
[圖21]



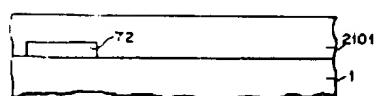
【図22】



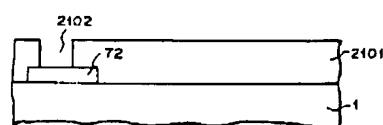
【図12】



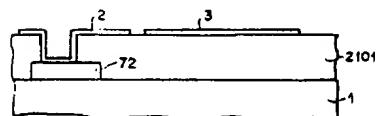
【図23】



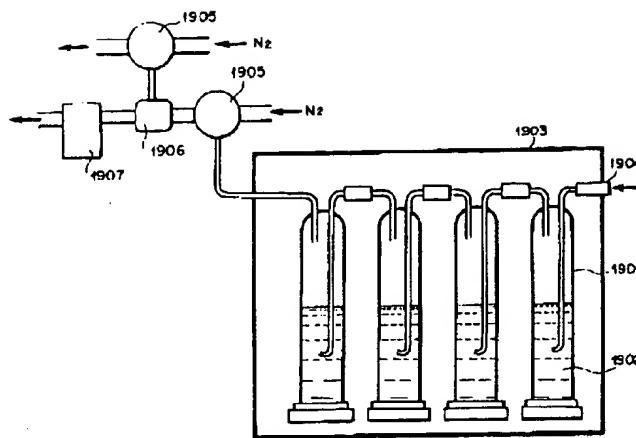
【図24】



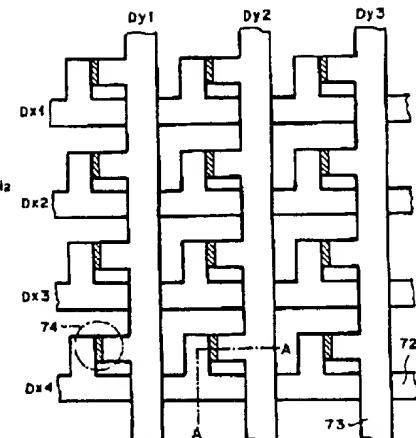
【図25】



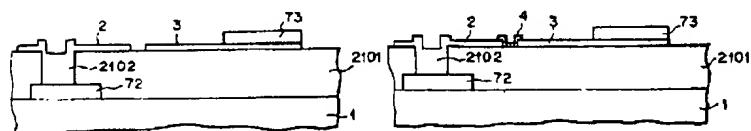
【図19】



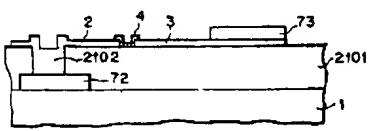
【図20】



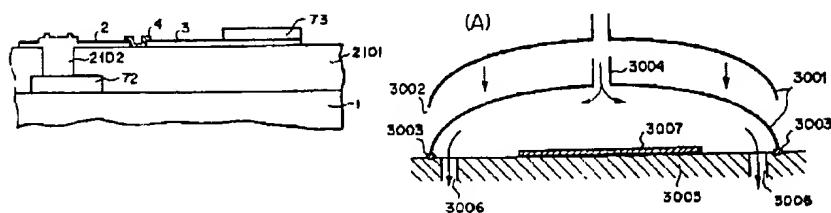
【図26】



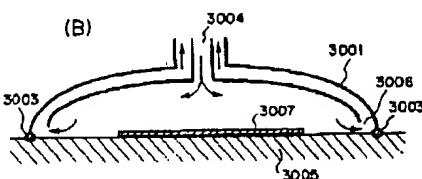
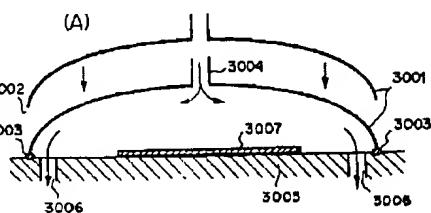
【図27】



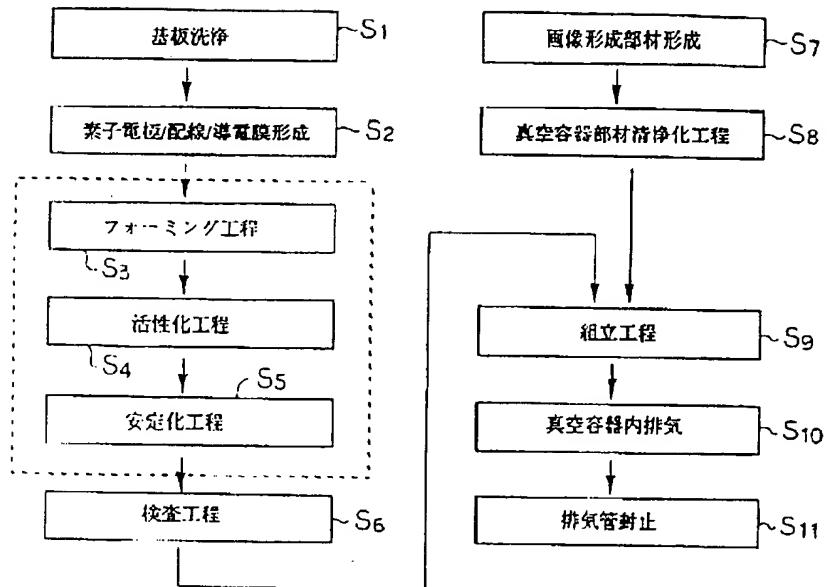
【図28】



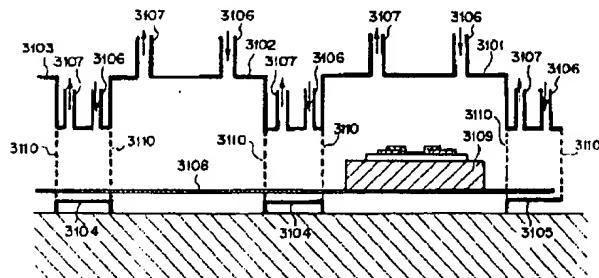
【図30】



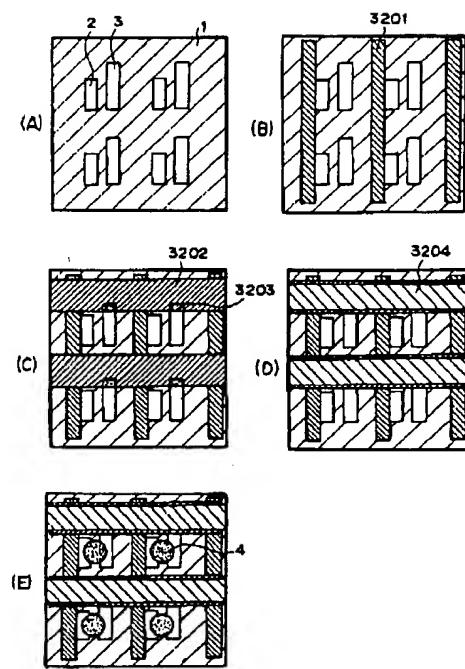
【図29】



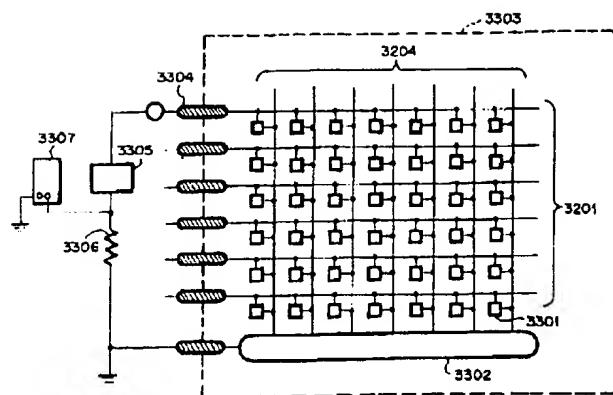
【図31】



【図32】



【図33】



フロントページの続き

(72) 免明者 山野辺 正人
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内